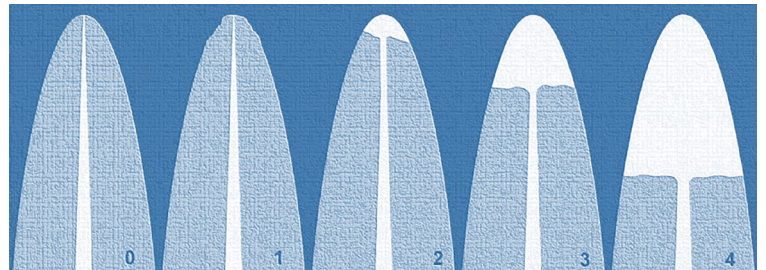




Nederlandse Vereniging van
Orthodontisten

Wortelresorptie in de Orthodontie



Wortelresorptie in de Orthodontie

INITIATIEF

Nederlandse Vereniging van Orthodontisten

MET ONDERSTEUNING VAN

Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten

FINANCIERING

De richtlijnontwikkeling werd gefinancierd door de Nederlandse Vereniging van Orthodontisten

Colofon

Wortelresorptie in de Orthodontie

© 2018

Nederlandse Vereniging van Orthodontisten

Simon Vestdijkstraat 67, 3842 LK Harderwijk

info@orthodontist.nl

www.orthodontist.nl

Alle rechten voorbehouden.

De tekst uit deze publicatie mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën of enige andere manier, echter uitsluitend na voorafgaande toestemming van de uitgever. Toestemming voor gebruik van tekst(gedeelten) kunt u schriftelijk of per e-mail en uitsluitend bij de uitgever aanvragen. Adres en e-mailadres: zie boven.

Vormgeving: IJzersterk.nu

INHOUDSOPGAVE

SAMENSTELLING VAN DE WERKGROEP	4
ALGEMENE INLEIDING	5
VERANTWOORDING	8
HOOFDSTUK 1 DIAGNOSTICEREN VAN WORTELRESORPTIE	13
Bijlagen bij hoofdstuk 1	19
HOOFDSTUK 2 RISICOFACTOREN	23
Bijlagen bij hoofdstuk 2	39
HOOFDSTUK 3 BEHANDELSTRATEGIE	50
Bijlagen bij hoofdstuk 3	54
HOOFDSTUK 4 NADELIGE CONSEQUENTIES	56
Bijlagen bij hoofdstuk 4	61
HOOFDSTUK 5 IMPLEMENTATIEPLAN	65
HOOFDSTUK 6 KENNISLACUNES	73
APPENDIX 1 OVERZICHT BELANGENVERKLARINGEN	75
APPENDIX 2 BESCHRIJVING RESULTATEN	77
APPENDIX 3 GRADE-BEOORDELINGSTABEL	81

Samenstelling van de werkgroep

WERKGROEP

- Prof. dr. A.M. Kuijpers-Jagtman, emeritus hoogleraar orthodontie, Radboudumc, Nijmegen, NVvO (voorzitter)
- Drs. C.F.W. Sondejker, orthodontist in opleiding (AIOS), Radboudumc, Nijmegen
- Drs. S.H. Beckmann, orthodontist, Orthodontistenpraktijk Beckmann, 's-Gravenhage, NVvO
- Dr. R.B. Kuitert, orthodontist, Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam, NVvO
- Drs. K. van Westing, orthodontist, waarnemer en betrokken bij het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam, NVvO

MET ONDERSTEUNING VAN

- A.A. Lamberts MSc., adviseur Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten, Utrecht
- Dr. S. Persoon, adviseur Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialist, Utrecht
- Ing. L.H.M (Linda) Niesink-Boerboom MSc., literatuurspecialist, Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten, Utrecht

Algemene inleiding

AANLEIDING

In Nederland wordt anno 2015 ongeveer 50% van de 12-jarigen orthodontisch behandeld. Behandeling vindt plaats om functionele en esthetische redenen. Zoals elke medische en tandheelkundige behandeling kent een beugelbehandeling, naast positieve effecten op de mondgezondheid en het algeheel welbevinden van de patiënt, ook risico's. Een van die risico's is externe resorptie van de wortel van een of meerdere gebitselementen ten gevolge van de orthodontische behandeling.

Orthodontisch geïnduceerde apicale wortelresorptie is een van de meest voorkomende typen wortelresorptie (Segal, 2004). In de literatuur wordt onderscheid gemaakt tussen histologisch of radiologisch vastgestelde wortelresorptie. Meer dan 90% van de orthodontisch behandelde gebitselementen vertoont histologisch tekenen van wortelresorptie. Anderzijds blijkt uit röntgenologisch onderzoek dat 48 tot 66% van de gebitselementen milde tot matige apicale wortelresorptie vertoont van minder dan 2,5 mm. 1-5% van de orthodontisch behandelde patiënten laat ernstige wortelresorptie zien (≥ 4 mm apicale wortelresorptie) of het ontbreken van meer dan één derde van de oorspronkelijke wortellengte (Tieu, 2014; Walker, 2013; Weltman, 2010).

Ondanks de prevalentie en de ernst van wortelresorptie, zijn de pathologie en etiologie van wortelresorptie tot op heden nog onduidelijk en bestaat binnen de professie veel onzekerheid over de vraag of en hoe wortelresorptie is te voorkomen en hoe te handelen als tijdens de orthodontische behandeling wortelresorptie evident wordt.

Met betrekking tot de oorzaak van wortelresorptie gaat men uit van een complex multifactorieel samenspel, waarbij patiëntgerelateerde maar ook behandelings-gerelateerde factoren mogelijk een rol spelen (Forst, 2014; Weltman, 2010).

In de literatuur beschreven patiëntgerelateerde factoren zijn onder meer genetische factoren, leeftijd, geslacht, wortelvorm en -lengte, vitaliteit van het element, wortelresorptie in het verleden, trauma, systemische factoren en type malocclusie (Tieu, 2014; Forst, 2014; Walker, 2013; Weltman, 2010; Segal, 2004). Bij behandeling gerelateerde factoren worden de mate en de richting van de apicale verplaatsing, de toegepaste behandeltechnieken, de duur van de actieve tandverplaatsing en de grootte van de toegepaste orthodontische kracht in verband gebracht met het optreden van externe wortelresorptie (Weltman, 2010). Hoewel al deze factoren genoemd zijn in de literatuur, is het onduidelijk hoe sterk het verband is tussen deze factoren en het optreden van wortelresorptie. Het is dus niet duidelijk welke factoren daadwerkelijk voorspellers zijn van wortelresorptie. In deze richtlijn hopen we hier meer duidelijkheid over te verschaffen. Met deze informatie kan de behandelaar dan inschatten of er een verhoogd risico is voor het optreden van externe wortelresorptie.

Ook zijn er vragen op het gebied van de consequenties van wortelresorptie. Ernstige apicale wortelresorptie zou gevolgen met zich mee kunnen brengen, zoals prematuur verlies van een gebitselement. Het risico hierop lijkt toe te nemen wanneer tegelijkertijd ook sprake is van alveolair botverlies (Roscoe, 2015). Het is daarom van belang te beschrijven wat de consequenties op de lange termijn zijn en hoe patiënt en behandelaar dan moeten handelen.

DOEL VAN DE RICHTLIJN

Wat is het doel (beoogde effect) van de richtlijn?

Het doel van de richtlijn is een overzicht te creëren van de huidige stand der wetenschap betreffende wortelresorptie. Deze informatie zal gebruikt worden om aanbevelingen op te stellen voor de meest efficiënte en risicoarme orthodontische behandeling met betrekking tot apicale wortelresorptie van ≥ 2 mm (radiologisch gemeten).

Verder zal deze richtlijn ook een hulp kunnen zijn om adequaat te kunnen reageren in het geval dat (ernstige) wortelresorptie tijdens de behandeling optreedt. Tenslotte beoogt de richtlijn een handelingstraject te beschrijven voor die patiënten bij wie aan het eind van de behandeling klinisch relevante wortelresorptie aanwezig is. Dit zal helpen de patiënt zo goed mogelijk te informeren en het vervolgtraject in te leiden.

AFBAKENING VAN DE RICHTLIJN

De richtlijn richt zich op alle patiënten die in de planning staan om orthodontisch behandeld te worden, al onder behandeling zijn of reeds afbehandelde patiënten met orthodontisch geïnduceerde apicale wortelresorptie, ongeacht de leeftijd of de toegepaste orthodontische therapie. Uitgezonderd zijn patiënten met schisis en andere craniofaciale afwijkingen, patiënten die medicatie gebruiken die het botmetabolisme beïnvloedt en direct aan trauma gerelateerde orthodontische zorg. Verder heeft deze richtlijn geen betrekking op apicale wortelresorptie bij getransplanteerde gebitselementen en bij ectopische eruptie alsmede beschadiging van de wortel ten gevolge van het plaatsen van een minischroef. In het kader van deze richtlijn werd als ondergrens voor apicale wortelresorptie genomen, röntgenologisch gemeten apicale wortelresorptie van ≥ 2 mm.

BEOOGDE GEBRUIKERS VAN DE RICHTLIJN

Deze richtlijn is bedoeld voor orthodontisten.

DEFINITIES EN BEGRIPPEN

Wat zijn de belangrijkste definities die in deze richtlijn gebruikt worden?

Wortelresorptie: Wanneer er in deze richtlijn gesproken wordt over wortelresorptie bedoelt de werkgroep externe apicale wortelresorptie radiologisch ≥ 2 mm of verlies \leq van één derde van de oorspronkelijke wortellengte.

Ernstige wortelresorptie: ≥ 4 mm of verlies van $>$ één derde van de oorspronkelijke wortellengte.

LITERATUUR

- Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(2):71-8.
- Tieu LD, Saltaji H, Normando D, et al. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division I malocclusion: a systematic review. *Prog Orthod.* 2014;23;15:48.
- Walker SL, Tieu LD, Flores-Mir C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2013;35(6):796-802.
- Weltman B, Vig KW, Fields HW, et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4):462-76.
- Forst D, Nijjar S, Khaled Y, et al. Radiographic assessment of external root resorption associated with jackscrew-based maxillary expansion therapies: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2014;36(5):576-85.
- Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(5):610-26.

Verantwoording

METHODOLOGIE RICHTLIJNONTWIKKELING

Geldigheid

Uiterlijk in 2023 bepaalt het bestuur van de Nederlandse Vereniging van Orthodontisten (NVvO) of onderdelen van deze richtlijn nog actueel zijn. Bij het opstellen van de richtlijn heeft de werkgroep een inschatting gemaakt over de maximale termijn waarop herbeoordeling moet plaatsvinden en eventuele aandachtspunten geformuleerd die van belang zijn bij een toekomstige herziening (update). De geldigheid van de richtlijn komt eerder te vervallen indien nieuwe ontwikkelingen aanleiding zijn een herzieningstraject te starten.

De NVvO is regiehouder van deze richtlijn en eerstverantwoordelijke op het gebied van de actualiteitsbeoordeling van de richtlijn.

Initiatief

Nederlandse Vereniging van Orthodontisten (NVvO).

Algemene gegevens

De richtlijnontwikkeling werd ondersteund door het Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten (www.kennisinstituut.nl) en werd gefinancierd door de NVvO.

SAMENSTELLING WERKGROEP

Voor het ontwikkelen van de richtlijn is in 2015 een werkgroep ingesteld, bestaande uit vertegenwoordigers van de beroepsgroep die betrokken zijn bij de zorg voor personen die een orthodontische behandeling zullen of hebben ondergaan. De werkgroepleden zijn door hun beroepsvereniging gemandateerd voor deelname. De werkgroep is verantwoordelijk voor de integrale tekst van deze richtlijn.

BELANGENVERKLARINGEN

De KNMG-Code ter voorkoming van oneigenlijke beïnvloeding door belangenverstremeling is gevolgd. Alle werkgroepleden hebben schriftelijk verklaard of ze in de laatste drie jaar directe financiële belangen (betrekking bij een commercieel bedrijf, persoonlijke financiële belangen, onderzoeksfinanciering) of indirecte belangen (persoonlijke relaties, reputatie management, kennisvalorisatie) hebben gehad. Een overzicht van de belangen van werkgroepleden en het oordeel over het omgaan met eventuele belangen vindt u als bijlage bij de richtlijn. De ondertekende belangenverklaringen zijn op te vragen bij het secretariaat van het Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten.

INBRENG PATIËNTENPERSPECTIEF

Tijdens alle stappen van het ontwikkelproces is rekening gehouden met het patiëntenperspectief. Met de Patiëntenfederatie Nederland heeft gedurende het ontwikkelproces contact plaatsgevonden over het patiëntenperspectief. De conceptrichtlijn is voor commentaar voorgelegd aan de Patiëntenfederatie Nederland.

IMPLEMENTATIE

In de verschillende fasen van de richtlijnontwikkeling is rekening gehouden met de implementatie van de richtlijn en de praktische uitvoerbaarheid van de aanbevelingen. Daarbij is uitdrukkelijk gelet op factoren die de invoering van de richtlijn in de praktijk kunnen bevorderen of belemmeren. Het implementatieplan is te vinden bij de aanverwante producten.

WERKWIJZE

AGREE

Deze richtlijn is opgesteld conform de eisen vermeld in het rapport Medisch Specialistische Richtlijnen 2.0 van de Raad

Kwaliteit van de Federatie Medisch Specialisten. Dit rapport is gebaseerd op het AGREE II instrument (Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation II; Brouwers, 2010), dat een internationaal breed geaccepteerd instrument is. Voor een stap-voor-stap beschrijving hoe een evidence-based richtlijn tot stand komt wordt verwezen naar het stappenplan Ontwikkeling van Medisch Specialistische Richtlijnen van het Kennisinstituut van de Federatie van Medisch Specialisten.

Knelpuntenanalyse

Tijdens de voorbereidende fase inventariseerden de voorzitter en één van de leden van de werkgroep de knelpunten. Tevens zijn er knelpunten aangedragen door leden van de NVvO via een enquête onder de leden van de NVvO en tijdens een wetenschappelijke vergadering van de NVvO.

Uitgangsvragen en uitkomstmaten

Op basis van de uitkomsten van de knelpuntenanalyse zijn door de voorzitter en een werkgroep lid de concept-uitgangsvragen opgesteld. Deze zijn met de werkgroep besproken waarna de werkgroep de definitieve uitgangsvragen heeft vastgesteld. Vervolgens inventariseerde de werkgroep per uitgangsvraag welke uitkomstmaten voor de patiënt relevant zijn, waarbij zowel naar gewenste als ongewenste effecten werd gekeken.

Strategie voor zoeken en selecteren van literatuur

Er is een brede literatuursearch uitgevoerd voor deze richtlijn. Aan de hand van specifieke zoektermen is er gezocht naar gepubliceerde wetenschappelijke studies in (verschillende) elektronische databases. Tevens werd aanvullend gezocht naar studies aan de hand van de literatuurlijsten van de geselecteerde artikelen. In eerste instantie werd gezocht naar studies met de hoogste mate van bewijs. De werkgroep leden selecteerden de via de zoekactie gevonden artikelen op basis van vooraf opgestelde selectiecriteria. De geselecteerde artikelen werden gebruikt om de uitgangsvragen te beantwoorden. De databases waarin is gezocht, de zoekstrategie en de gehanteerde selectiecriteria zijn te vinden in het hoofdstuk met desbetreffende uitgangsvraag.

Kwaliteitsbeoordeling individuele studies

Individuele studies werden systematisch beoordeeld, op basis van op voorhand opgestelde methodologische kwaliteitscriteria, om zo het risico op vertekende studieresultaten (risk of bias) te kunnen inschatten. Deze beoordelingen kunt u vinden in de Risk of Bias (RoB) tabellen. De gebruikte RoB instrumenten zijn gevalideerde instrumenten die worden aanbevolen door de Cochrane Collaboration: AMSTAR – voor systematische reviews; Cochrane – voor gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek; ACROBAT-NRS – voor observationeel onderzoek.

Samenvatten van de literatuur

De relevante onderzoeksgegevens van alle geselecteerde artikelen werden overzichtelijk weergegeven in evidence-tabellen. De belangrijkste bevindingen uit de literatuur werden beschreven in de samenvatting van de literatuur. Bij een voldoende aantal studies en overeenkomstigheid (homogeniteit) tussen de studies werden de gegevens ook kwantitatief samengevat (meta-analyse) met behulp van Review Manager 5.

Beoordelen van de kracht van het wetenschappelijke bewijs

A) Voor interventievragen (vragen over therapie of screening)

De kracht van het wetenschappelijke bewijs werd bepaald volgens de GRADE-methode. GRADE staat voor Grading Recommendations Assessment, Development and Evaluation (zie <http://www.gradeworkinggroup.org/>).

GRADE onderscheidt vier gradaties voor de kwaliteit van het wetenschappelijk bewijs: hoog, redelijk, laag en zeer laag. Deze gradaties verwijzen naar de mate van zekerheid die er bestaat over de literatuurconclusie (Schünemann, 2013).

GRADE	Definitie
Hoog	- er is hoge zekerheid dat het ware effect van behandeling dichtbij het geschatte effect van behandeling ligt zoals vermeld in de literatuurconclusie; - het is zeer onwaarschijnlijk dat de literatuurconclusie verandert wanneer er resultaten van nieuw grootschalig onderzoek aan de literatuuranalyse worden toegevoegd.
Matig	- er is lage zekerheid dat het ware effect van behandeling dichtbij het geschatte effect van behandeling ligt zoals vermeld in de literatuurconclusie; - het is mogelijk dat de conclusie verandert wanneer er resultaten van nieuw grootschalig onderzoek aan de literatuuranalyse worden toegevoegd.
Laag	- er is lage zekerheid dat het ware effect van behandeling dichtbij het geschatte effect van behandeling ligt zoals vermeld in de literatuurconclusie; - er is een reële kans dat de conclusie verandert wanneer er resultaten van nieuw grootschalig onderzoek aan de literatuuranalyse worden toegevoegd.
Zeer laag	- er is zeer lage zekerheid dat het ware effect van behandeling dichtbij het geschatte effect van behandeling ligt zoals vermeld in de literatuurconclusie; - de literatuurconclusie is zeer onzeker.

B) Voor vragen over diagnostische tests, schade of bijwerkingen, etiologie en prognose

De kracht van het wetenschappelijke bewijs werd eveneens bepaald volgens de GRADE-methode: GRADE-diagnostiek voor diagnostische vragen (Schünemann, 2008), en een generieke GRADE-methode voor vragen over schade of bijwerkingen, etiologie en prognose. In de gehanteerde generieke GRADE-methode werden de basisprincipes van de GRADE methodiek toegepast: het benoemen en prioriteren van de klinisch (patiënt) relevante uitkomstmaten, een systematische review per uitkomstmaat, en een beoordeling van bewijskracht op basis van de vijf GRADE criteria (startpunt hoog; downgraden voor risk of bias, inconsistentie, indirectheid, imprecisie, en publicatiebias).

Formuleren van de conclusies

Voor elke relevante uitkomstmaat werd het wetenschappelijk bewijs samengevat in een of meerdere literatuurconclusies waarbij het niveau van bewijs werd bepaald volgens de GRADE methodiek. De werkgroepleden maakten de balans op van elke interventie (overall conclusie). Bij het opmaken van de balans werden de gunstige en ongunstige effecten voor de patiënt afgewogen. De overall bewijskracht wordt bepaald door de laagste bewijskracht gevonden bij een van de kritieke uitkomstmaten. Bij complexe besluitvorming waarin naast de conclusies uit de systematische literatuuranalyse vele aanvullende argumenten (overwegingen) een rol spelen, werd afgezien van een overall conclusie. In dat geval werden de gunstige en ongunstige effecten van de interventies samen met alle aanvullende argumenten gewogen onder het kopje Overwegingen.

Formuleren van aanbevelingen

De aanbevelingen geven antwoord op de uitgangsvraag en zijn gebaseerd op het beschikbare wetenschappelijke bewijs en de belangrijkste overwegingen, en een weging van de gunstige en ongunstige effecten van de relevante interventies. De kracht van het wetenschappelijk bewijs en het gewicht dat door de werkgroep wordt toegekend aan de overwegingen, bepalen samen de sterkte van de aanbeveling. Conform de GRADE-methodiek sluit een lage bewijskracht van conclusies in de systematische literatuuranalyse een sterke aanbeveling niet uit, en zijn bij een hoge bewijskracht ook zwakke aanbevelingen mogelijk. De sterkte van de aanbeveling wordt altijd bepaald door weging van alle relevante argumenten tezamen.

Randvoorwaarden (Organisatie van zorg)

In de knelpuntenanalyse en bij de ontwikkeling van de richtlijn is expliciet rekening gehouden met de organisatie van zorg: alle aspecten met betrekking tot randvoorwaarden voor het verlenen van zorg (zoals coördinatie, communicatie, (financiële) middelen, menskracht en infrastructuur). Randvoorwaarden die relevant zijn voor het beantwoorden van een specifieke uitgangsvraag maken onderdeel uit van de overwegingen bij de bewuste uitgangsvraag.

Kennislacunes

Tijdens de ontwikkeling van deze richtlijn is systematisch gezocht naar onderzoek waarvan de resultaten bijdragen aan een antwoord op de uitgangsvragen. Bij elke uitgangsvraag is door de werkgroep nagegaan of er (aanvullend) wetenschappelijk onderzoek gewenst is om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden. Een overzicht van de onderwerpen waarvoor (aanvullend) wetenschappelijk van belang wordt geacht, is als aanbeveling in hoofdstuk 6 Kennislacunes beschreven.

Commentaar- en autorisatiefase

De conceptrichtlijn werd aan de betrokken verenigingen voorgelegd ter commentaar. De commentaren werden verzameld en besproken met de werkgroep. Naar aanleiding van de commentaren werd de conceptrichtlijn aangepast en definitief vastgesteld door de werkgroep. De definitieve richtlijn is aan de Nederlandse Vereniging van Orthodontisten voorgelegd voor autorisatie en door hen geautoriseerd dan wel geaccordeerd.

LITERATUUR

- Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE Next Steps Consortium. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. *CMAJ*. 2010;182(18):E839-42. doi: 10.1503/cmaj.090449. Epub 2010 Jul 5. Review. PubMed PMID: 20603348.
- Medisch Specialistische Richtlijnen 2.0. Adviescommissie Richtlijnen van de Raad Kwaliteit. http://richtlijndatabase.nl/over_deze_site/over_richtlijnontwikkeling.html. 2012.
- Schünemann H, Broek J, Guyatt G, et al. GRADE handbook for grading quality of evidence and strength of recommendations. Updated October 2013. The GRADE Working Group, 2013. Available from http://gdt.guidelinedevelopment.org/central_prod/_design/client/handbook/handbook.html.
- Schünemann HJ, Oxman AD, Brozek J, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations for diagnostic tests and strategies. *BMJ*. 2008;336(7653):1106-10. doi: 10.1136/bmj.39500.677199.AE. Erratum in: *BMJ*. 2008;336(7654). doi: 10.1136/bmj.a139. PubMed PMID: 18483053.
- Ontwikkeling van Medisch Specialistische Richtlijnen: stappenplan. Kennisinstituut van Medisch Specialisten.

01 Diagnosticeren van wortelresorptie

UITGANGSVRAAG

Op welke wijze kan wortelresorptie worden gediagnosticeerd?

INLEIDING

Wortelresorptie tijdens een orthodontische behandeling is een bekend fenomeen. Resorptie kan langs het gehele wortelopervlak voorkomen. Resorptie aan de wortelpunt (apicale resorptie) is te diagnosticeren op een klassieke tweedimensionale (2D) röntgenopname zoals een peri-apicale (PA) opname of een orthopantomogram (OPT). Uit dierexperimenteel onderzoek en onderzoek aan geëxtraheerde gebitselementen is echter bekend dat wortelresorptie als eerste aan de drukzijde van het gebitselement optreedt (Owman-Moll, 1995). Dit type resorptie is niet waarneembaar op een 2D röntgenopname en blijft daardoor lange tijd onopgemerkt totdat een dermate grote resorptiekrater is ontstaan dat deze ook op een klassieke röntgenopname te zien is. Met de opkomst van driedimensionale (3D) röntgentechnieken is een hogere detectiegraad waarschijnlijk (de Silveira, 2007), hetgeen kan leiden tot een eerdere en meer nauwkeurige diagnose. Dit gaat echter gepaard met een hogere stralenbelasting (Kapila, 2015).

Met deze uitgangsvraag willen wij het palet van röntgentechnieken waarmee wortelresorptie gediagnosticeerd kan worden in kaart brengen en met elkaar vergelijken, om van daaruit een aanbeveling te geven voor de meest optimale diagnostiek.

Binnen de recent ontwikkelde richtlijn Orthodontische Radiologie (NVvO, 2018) is ook aandacht besteed aan dit onderwerp. In deze richtlijn is specifiek de literatuur waarin een vergelijking is gemaakt tussen een CBCT en een orthopantomogram (OPT) en tussen een CBCT en een peri-apicale röntgenopname (PA) uitgewerkt. De vraag, met betrekking tot wortelresorptie, of een PA een diagnostische meerwaarde heeft ten opzichte van een OPT is echter nog niet beantwoord. Dit hoofdstuk richt zich hierop.

ZOEKEN EN SELECTEREN

Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden is er een systematische literatuursearch verricht naar de volgende zoekvraag:

Heeft een peri-apicale röntgenopname een diagnostische meerwaarde ten opzichte van een orthopantomogram bij de detectie en het beoordelen van de ernst van wortelresorptie?

Relevante uitkomstmaten

De werkgroep achtte detectie van wortelresorptie en ernst van wortelresorptie een voor de besluitvorming kritieke uitkomstmaat. De werkgroep hanteerde de afkapwaarden van ≥ 2 mm als grens voor klinisch relevante wortelresorptie.

Zoeken en selecteren (Methode)

In de databases Medline (OVID) en Embase (Elsevier) is met relevante zoektermen gezocht naar artikelen over de incidentie en prevalentie van wortelresorptie als gevolg van een orthodontische behandeling. De zoekverantwoording is weergegeven in de bijlage. De literatuurzoekactie leverde 794 treffers op. Studies werden geselecteerd op grond van de volgende selectiecriteria:

- SR, RCT, cohortstudies, case-control; retrospectief onderzoek met opeenvolgende patiënten inclusie (consecutive);
- wortelresorptie ja/nee op röntgenfoto als uitkomstmaat;
- vergelijking OPT en Peri-apicale opname (PA);
- patiënten waren tenminste 6 maanden in behandeling geweest met vaste apparatuur toen de röntgenfoto's zijn genomen.

Onderzoeken naar biologische markers of genetische detectie van wortelresorptie en in vitro studies werden buiten beschouwing gelaten. Verder werden studies geëxcludeerd in het geval van/inclusie van patiënten met:

- schisis en craniofaciale afwijkingen;
- trauma gerelateerde orthodontische behandelingen;
- cervicale wortelresorptie;
- ectopische eruptie;
- interne wortelresorptie;
- wortelbeschadiging ten gevolge van plaatsen van een miniscrew of ten gevolge van chirurgische ingrepen;
- autotransplantatie;
- medicatie die het botmetabolisme beïnvloedt;
- in vitro onderzoek.

Op basis van titel en abstract werden in eerste instantie 16 studies voorgeselecteerd. Na raadpleging van de volledige tekst, werden vervolgens 15 studies geëxcludeerd (zie exclusietabel) en één studie definitief geselecteerd.

Één onderzoek (Sameshima, 2001) is opgenomen in de literatuuranalyse. De belangrijkste studiekarakteristieken en resultaten zijn opgenomen in de evidence-tabellen. De beoordeling van de individuele studieopzet (risk of bias) is opgenomen in de risk of bias tabel.

SAMENVATTING LITERATUUR

Beschrijving studies

Er is één relevante studie gevonden: Sameshima (2001). In dit onderzoek werd nagegaan of het beoordelen van de wortelvorm en het meten van wortelresorptie net zo nauwkeurig is uit te voeren op een orthopantomogram als op een peri-apicale röntgenopname.

Binnen een orthodontiepraktijk in de Verenigde Staten werd bij patiënten zowel voorafgaand als na afloop van de orthodontische behandeling een orthopantomogram en een peri-apicale röntgenstatus gemaakt. Voor deze studie zijn er willekeurig op retrospectieve basis 42 complete records (743 tanden) uit een serie van 100 opeenvolgende patiënten onderzocht.

Resultaten

OPT versus PA

Sameshima (2001) rapporteerde dat de gevonden wortelresorptie op een orthopantomogram (0,87 mm; SD=2,43) significant groter is dan de wortelresorptie bepaald met behulp van een peri-apicale röntgenopname (0,51 mm; SD=2,03, $p < 0,01$). Verder is de totaal gemeten wortellengte significant groter op een orthopantomogram (24,7 mm; SD=3,7) dan op een peri-apicale röntgenopname (22,3 mm; SD=3,7, $p < 0,001$)

Bewijskracht van de literatuur

Vanwege het observationele studiedesign is de uitgangspositie van de bewijskracht "laag". Doordat de bewijskracht voor de vergelijking OPT versus PA voor het meten van wortelresorptie en wortellengte niet verlaagd is, blijft de uiteindelijke bewijskracht bij laag. Echter door het ontbreken van studies waarin wortelresorptie met de gouden standaard is bepaald, is het niet mogelijk om aan te geven of er hier ook sprake is van een diagnostische meerwaarde.

CONCLUSIES

GRADE Laag	Gezien het ontbreken van data is er geen conclusie mogelijk over de eventuele diagnostische meerwaarde van een peri-apicale röntgenopname ten opzichte van een orthopantomogram bij de detectie en het beoordelen van de ernst van wortelresorptie. Het lijkt erop dat de mate van wortelresorptie gemeten op een orthopantomogram groter is dan de mate van wortelresorptie gemeten op een peri-apicale röntgenopname. Bronnen (Sameshima, 2001)
----------------------	--

OVERWEGINGEN

De peri-apicale röntgenopname (PA) wordt veel gebruikt in de tandheelkunde. Met de juiste techniek (paralletechniek) is het in theorie mogelijk om een betrouwbare en gedetailleerde opname te maken waarmee structuren op ware grootte en zonder vertekening worden weergegeven. Hierdoor zou het mogelijk zijn om de absolute lengte van een element op twee

verschillende röntgenopnames met elkaar te vergelijken. Het nadeel van de PA is dat er per opname slechts twee á drie elementen zichtbaar zijn. Dus om de status van de gehele dentitie voor het begin van een orthodontische behandeling te evalueren, zouden er meerdere PA opnames genomen moeten worden. Dit betekent dat het meer tijd kost en meer ongemak voor de patiënt geeft om een overzicht van de dentitie te verkrijgen met intra-orale opnames dan met het maken van een OPT. Verder worden regio's, zoals het kaakcomplex, niet weergegeven en kunnen pathologische bevindingen, die mogelijk wel van belang zijn voor het opstellen van een behandelplan, niet worden geconstateerd. Daarom wordt ten behoeve van de orthodontische diagnostiek en behandelplanning vaak een orthopantomogram (OPT) vervaardigd. Informatie over het gehele maxillo-mandibulaire complex op een OPT gaat echter vaak ten koste van de nauwkeurigheid, vooral in het front. Een ander nadeel van het OPT is dat een absolute lengtebepaling van de wortel door vertekening met name in het onder- en bovenfront niet mogelijk is en de uiteindelijke mate van wortelresorptie wordt overschat (Sameshima, 2001). Ook wanneer gecorrigeerd werd voor een vergrotingsfactor van 20% op het OPT, bleef de totale wortelresorptie gemeten op het OPT groter dan op een PA-status. Echter, alleen voor de onderincisieven waren de verschillen in tandlengte tussen OPT en PA dan significant. Het is dus mogelijk apicale wortelresorptie te diagnosticeren op een OPT als het front goed zichtbaar is. Mocht het front niet goed te beoordelen zijn, dan beveelt de werkgroep aan om aanvullend een peri-apicale opname te maken.

Uit onderzoek blijkt dat na zes maanden actieve tandverplaatsing wortelresorptie radiologisch gediagnosticeerd kan worden (Levander, 1998). De mate van wortelresorptie na zes maanden is gerelateerd aan de mate van wortelresorptie aan het eind van de behandeling. In de literatuur wordt daarom geadviseerd om zes tot negen maanden na het begin van de vaste apparaat-behandeling een OPT te vervaardigen om adequaat op wortelresorptie te kunnen reageren, zodat progressie hiervan kan worden voorkomen (Årtun, 2009). Dit OPT kan dan tevens gebruikt worden om de stand van de wortels te evalueren en eventueel de bracketpositie te corrigeren. De werkgroep is van mening dat gezien de ernst van wortelresorptie, ondanks de lage incidentie, het vervaardigen van een OPT tijdens de behandeling zinvol kan zijn om dan, indien wortelresorptie geconstateerd wordt, doeltreffende maatregelen te kunnen nemen. Dit is echter in tegenspraak met de richtlijn Tandheelkundige Radiologie (update 2015) die stelt dat röntgenopnamen alleen mogen worden gemaakt op grond van een individuele indicatie, naar aanleiding van een diagnostische vraagstelling mede gebaseerd op klinische inspectie. In het hoofdstuk Risicofactoren worden de risicofactoren voor wortelresorptie besproken. Op grond van de daar gedane analyse, en gezien de uitkomst van de studie van Årtun (2009) dat de mate van wortelresorptie op 12 maanden een sterke voorspeller is voor de eindsituatie, komt de werkgroep tot de volgende aanbevelingen (voor literatuur aangaande hieronder genoemde risicofactoren wordt ook naar het hoofdstuk Risicofactoren verwezen): Overweeg bij patiënten bij wie een extractietherapie wordt toegepast om na 12 maanden een orthopantomogram te maken en vergelijk deze met een eventueel aanwezig orthopantomogram gemaakt voorafgaand aan de behandeling. Overweeg om bij patiënten bij wie een extractietherapie wordt toegepast na 12 maanden een orthopantomogram te maken en vergelijk deze met een eventueel aanwezig orthopantomogram gemaakt voorafgaand aan de behandeling.

Als er op het OPT - gemaakt in de situatie zoals hierboven omschreven - geen teken van klinisch relevante wortelresorptie te zien is, is het niet noodzakelijk hierna nog een OPT tijdens de behandeling te vervaardigen, ondanks dat er een zeer klein risico resteert dat apicale wortelresorptie alsnog kan optreden. In uitgangsvraag 3 zal aan de orde komen hoe te handelen als wortelresorptie tijdens de orthodontische behandeling is vastgesteld.

Het nadeel van röntgenologisch monitoren van wortelresorptie is dat het alleen gediagnosticeerd kan worden als reeds een significante mate van wortelverlies is opgetreden en dat de patiënt blootgesteld wordt aan röntgenstraling. Mede om deze reden wordt veel onderzoek gedaan naar genetische en biochemische factoren die mogelijk een rol kunnen spelen bij het optreden van wortelresorptie. Hiermee hopen we wortelresorptie in een eerder stadium te kunnen ontdekken en te monitoren, zonder nadelige effecten voor de patiënt.

Binnen het onderzoek naar de genetische factoren wordt er specifiek gekeken naar interleukin-1 β gene polymorfismen (IL-1 β +3954 C>T) (Al-Qawasmi, 2003). Wu (2013) heeft een meta-analyse uitgevoerd met het doel om te bepalen of genetische variatie in het interleukine-1 β gen (IL-1 β +3954 C>T) geassocieerd is met orthodontisch geïnduceerde apicale wortelresorptie en concludeert dat het IL-1 β +3954 gen mogelijk een voorspellende factor is voor wortelresorptie, maar verder onderzoek nodig is.

Verder wordt onderzoek gedaan naar de concentratie van biochemische markers in de gingivale crevulaire vloeistof (GCV). Dit is een methode die nauwelijks belastend is voor de patiënt. Voor het onderzoek naar wortelresorptie wordt vooral de concentratie van osteopontine (OPN), osteoprotegerine (OPG) en receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand

(RANKL) bepaald. Het is echter nog niet bekend in hoeverre de RANKL/OPG-ratio is gerelateerd aan het ontstaan van wortelresorptie (George, 2009).

Op dit moment is er nog onvoldoende bekend over de genetische achtergrond van wortelresorptie om hier een klinisch bruikbare aanbeveling over te doen. Biochemische bepaling van indicatoren voor wortelresorptie en genetische factoren geassocieerd met wortelresorptie bieden mogelijk perspectieven in de toekomst, verder onderzoek op dit gebied is nodig.

AANBEVELINGEN

Overweeg bij patiënten bij wie een extractietherapie wordt toegepast om na 12 maanden een orthopantomogram te maken en vergelijk deze met een eventueel aanwezig orthopantomogram gemaakt voorafgaand aan de behandeling.

Overweeg aanvullende peri-apicale opnames te maken als de reeds beschikbare röntgenopnamen onvoldoende informatie geven over de wortels van de gebitselementen.

Voor de aanbevelingen met betrekking tot het gebruik van een cone-beam opname (CBCT) voor diagnostiek van wortelresorptie en de toepassing van een peri-apicale opname wordt verwezen naar de Richtlijn Orthodontische Radiologie (NVvO, 2018).

Voor de algemeen geldende richtlijnen met betrekking tot een verantwoorde en effectieve uitvoering van de röntgendiagnostiek in de tandheelkunde en de juiste toepassing van röntgenstraling in het kader van de tandheelkundige diagnostiek wordt verwezen naar de Richtlijn Tandheelkundige Radiologie (Herziening 2013, update 2015).

LITERATUUR

- Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr, Everett ET, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(3):242-52. PubMed PMID: 12637896.
- Artun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, et al. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(4):448-55. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.06.012. PubMed PMID: 19361730.
- George A, Evans CA. Detection of root resorption using dentin and bone markers. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(3):229-35. doi: 10.1111/j.1601-6343.2009.01457.x. PubMed PMID: 19627525; PubMed Central PMCID: PMC2761655.
- Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140282. doi: 10.1259/dmfr.20140282. Review. PubMed PMID: 25358833; PubMed Central PMCID:PMC4277443.
- Koninklijke Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde (KNMT). Herziene Richtlijn Tandheelkundige Radiologie 2013, update 2015.
- Levander E, Bajka R, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. *Eur J Orthod.* 1998;20(1):57-63. PubMed PMID: 9558765.
- Nederlandse Vereniging van Orthodontisten. Richtlijn Orthodontische radiologie. (2018). Hardewijk. NVvO.
- Owman-Moll P. Orthodontic tooth movement and root resorption with special reference to force magnitude and duration. A clinical and histological investigation in adolescents. *Swed Dent J Suppl.* 1995;105:1-45. Review. PubMed PMID: 7638765.
- Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical versus panoramic films. *Angle Orthod.* 2001;71(3):185-9. PubMed PMID: 11407770.
- da Silveira HL, Silveira HE, Liedke GS, et al. Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007;36(7):393-6. PubMed PMID: 17881597.
- Wu FL, Wang LY, Huang YQ, et al. Interleukin-1- +3954 polymorphisms and risk of external apical root resorption in orthodontic treatment: a meta-analysis. *Genet Mol Res.* 2013;12(4):4678-86. doi: 10.4238/2013.October.18.6. PubMed PMID: 24222244.

Study	Study characteristics	Patients characteristics	Intervention	Comparison/control	Follow up	Outcome measures and effect size	Comments
Sameshima, 2001	<p>Type of study: Observational study</p> <p>Setting: Department of Orthodontics, University of Southern California, Los Angeles</p> <p>Country: USA</p> <p>Source of funding: unclear</p> <p>Aim: To determine if the root shape could be evaluated as accurately on panoramic films as they can on periapical films and to investigate whether root resorption could be measured as accurately on panoramic films as it can on periapical films</p>	<p>Completed orthodontic treatment with fixed appliances</p> <p>N=743 teeth</p> <p>Upper incisors n=162 Lower incisors n=157 Canines n=107 Bicuspid n=163 Molars n=154</p> <p>Age 10 y - 42 y.</p> <p>PA and OPT before and after treatment</p> <p>Root resorption Difference between the pretreatment total tooth length – post-treatment total root length</p> <p>Shape assessment: N= normal B= blunted P= pointed D= dilacerated O= bottle shaped</p> <p>1 examiner</p>	<p>Panoramic films (OPT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Measurement root resorption • Shape assessment 	<p>Periapical films (PA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Measurement root resorption • Shape assessment 	<p>After treatment was finished</p>	<p>Root resorption</p> <p>Upper incisors PA: 1.21 mm ; SD=1.92 OPT: 1.34 mm ; SD=2.44 NS</p> <p>Lower incisors PA: 0.55 mm ; SD=1.49 OPT: 1.14 mm ; SD=2.31 P < 0.01</p> <p>Canines PA: 0.76 mm ; SD=2.11 OPT: 1.33 mm ; SD=3.12 NS</p> <p>Bicuspid n PA: 0.27 mm ; SD=2.33 OPT: 0.44 mm ; SD=2.38 NS</p> <p>Molars PA: -0.18 mm ; SD=2.12 OPT: 0.30 mm ; SD=2.08 NS</p> <p>Total PA: 0.51 mm; SD=2.03 OPT: 0.87 mm ; SD=2.43 P < 0.01</p> <p>Root resorption measured on panoramic films was significantly higher for all teeth</p> <p>Total tooth length Total PA: 22.3 mm; SD=3.7 OPT: 24.7 mm ; SD=3.7 P < 0.001 Total length was higher in OPT by 5-20%</p> <p>Root shape More abnormal root shapes were found with PA OPT (n=111) PA (n=165)</p>	<p>Conclusion: Amount of root resorption will be exaggerated by 20% or more, if initial and final panoramic films are used</p> <p>Additional: - Root shape is more difficult to properly assess on panoramic films - CEJ is more difficult to see on panoramic films - order additional PA when roots cannot be visualized accurately on OPT</p>

Risk of bias tabel for intervention studies (observational: non-randomized clinical trials, cohort and case-control studies)

Study reference (first author, year of publication)	Bias due to a non-representative or ill-defined sample of patients? ¹	Bias due to insufficiently long, or incomplete follow-up, or differences in follow-up between treatment groups? ²	Bias due to ill-defined or inadequately measured outcome ? ³	Bias due to inadequate adjustment for all important prognostic factors? ⁴
Sameshima, 2001	unlikely	unlikely	unlikely	unlikely

1. Failure to develop and apply appropriate eligibility criteria: a) case-control study: under- or over-matching in case-control studies; b) cohort study: selection of exposed and unexposed from different populations.
2. Bias is likely if: the percentage of patients lost to follow-up is large; or differs between treatment groups; or the reasons for loss to follow-up differ between treatment groups; or length of follow-up differs between treatment groups or is too short. The risk of bias is unclear if: the number of patients lost to follow-up; or the reasons why, are not reported.
3. Flawed measurement, or differences in measurement of outcome in treatment and control group; bias may also result from a lack of blinding of those assessing outcomes (detection or information bias). If a study has hard (objective) outcome measures, like death, blinding of outcome assessment is not necessary. If a study has soft (subjective) outcome measures, like the assessment of an X-ray, blinding of outcome assessment is necessary.
4. Failure to adequately measure all known prognostic factors and/or failure to adequately adjust for these factors in multivariate statistical analysis.

Notes Evidence tabel:

1. Prognostic balance between treatment groups is usually guaranteed in randomized studies, but non-randomized (observational) studies require matching of patients between treatment groups (case-control studies) or multivariate adjustment for prognostic factors (confounders) (cohort studies); the evidence-table should contain sufficient details on these procedures.
2. Provide data per treatment group on the most important prognostic factors ((potential) confounders).
3. For case-control studies, provide sufficient detail on the procedure used to match cases and controls.
4. For cohort studies, provide sufficient detail on the (multivariate) analyses used to adjust for (potential) confounders.

Zoekverantwoording

Database	Zoektermen	Totaal
Medline (OVID)	1 *Tooth Resorption/ (518) 2 ((tooth root or dental root) adj2 resorption).ab,ti. (49) 3 1 or 2 (564) 4 limit 3 to (dutch or english) (427) 5 exp Orthodontics/ or orthodont*.ab,ti. (55172) 6 3 and 5 (58) 7 exp "Root Resorption"/ (2989) 8 2 or 7 (3006) 9 5 and 8 (1010) 10 limit 9 to (dutch or english) (887) 11 10 not (Comment/ or Editorial/ or Letter/ or (animals/ not humans/)) (687) = 687	794
Embase	'tooth root'/exp OR 'tooth root' AND resorption*:ab,ti OR (('tooth root' OR 'dental root') NEAR/2 resorption):ab,ti AND ((dutch)/lim OR (english)/lim) AND ('orthodontics'/exp OR orthodont*:ab,ti) NOT ('animal experiment'/exp OR 'animal experiment' OR 'animal model'/exp OR 'animal model' OR 'nonhuman'/exp OR 'nonhuman' NOT ('human'/exp OR 'human')) NOT 'conference abstract':it = 301	

Exclusietabel

Tabel Exclusie na het lezen van het volledige artikel

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
Armstrong, 2006	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Artun, 2009	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Artun, 2005	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Da Silva Camopos, 2013	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag.
Ferguson, 1992	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag
Hodges, 2013	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Levander, 1998	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Lund, 2011	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Makedonas, 2013	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Makedonas, 2012	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Makedonas, 2009	Niet direct gerelateerd aan onze onderzoeksvraag. Geen vergelijking
Taylor, 1995	Vergelijking OPT met occlusale röntgenopname
Witcher, 2010	Vergelijking OPT met occlusale röntgenopname

02 Risicofactoren

UITGANGSVRAAG

Wat zijn de risicofactoren voor het optreden van wortelresorptie tijdens orthodontische behandeling (welke patiënten en welke behandelingen hebben een verhoogd risico)?

INLEIDING

Het principe van een orthodontische behandeling is dat door middel van een orthodontisch apparaat een kracht wordt uitgeoefend op de gebitselementen. Deze kracht wordt via het parodontaal ligament overgebracht op het alveolaire bot. Het parodontaal ligament is een complexe structuur die bestaat uit meerdere typen vezels, een extracellulaire matrix en cellen, waartussen bloedvaten, lymfevaten en zenuwen liggen. De vezels van het parodontaal ligament verbinden bot en tand. Als op dit complexe systeem een kracht wordt uitgeoefend wordt een groot aantal biologische processen in gang gezet wat leidt tot een complete desintegratie en ombouw van het parodontale systeem, alsmede botresorptie en -appositie van het alveolaire bot waardoor tandverplaatsing mogelijk wordt (Feller, 2015).

Het is nog grotendeels onbekend waarom bij sommige patiënten naast botresorptie ook wortelresorptie gaat optreden tijdens een orthodontische behandeling. Apicale wortelresorptie treedt eigenlijk altijd op tijdens een orthodontische behandeling maar slechts in een klein percentage van de patiënten is deze klinisch relevant. In de literatuur wordt een groot aantal risicofactoren genoemd, die zowel patiënt- als behandelingsafhankelijk zijn. Inzicht in de risicofactoren kan leiden tot een betere patiëntselectie en het uitzetten van een behandelstrategie die het risico op wortelresorptie minimaliseert.

ZOEKEN EN SELECTEREN

Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden is er een systematische literatuursearch verricht naar de volgende zoekvraag:

Wat zijn prognostische patiëntgebonden en behandelingsgerelateerde factoren voor het ontstaan van wortelresorptie?

Relevante uitkomstmaten

De werkgroep achtte detectie van klinische relevante wortelresorptie en ernst van klinisch relevante wortelresorptie een voor de besluitvorming kritieke uitkomstmaat. De werkgroep hanteerde de afkapwaarden van ≥ 2 mm als grens voor klinisch relevante wortelresorptie.

Zoeken en selecteren (Methode)

In de databases Medline (OVID) en Embase (Elsevier) is met relevante zoektermen gezocht naar artikelen over de incidentie en prevalentie van wortelresorptie als gevolg van een orthodontische behandeling. De zoekverantwoording is weergegeven in de bijlage. De literatuurzoekactie leverde 794 treffers op. Studies werden geselecteerd op grond van de volgende selectiecriteria:

- SR, RCT, cohortstudies met opvolgende patiëntselectie (consecutive) of case-control design;
- wortelresorptie op röntgenfoto als uitkomstmaat;
- patiënten waren tenminste 6 maanden in behandeling geweest met buccale vaste apparatuur toen de röntgenfoto's zijn genomen waarop wortelresorptie werd vastgesteld.

Onderzoeken naar biologische markers of genetische detectie van wortelresorptie en in vitro studies werden buiten beschouwing gelaten. Verder werden studies geëxcludeerd in het geval van/inclusie van patiënten met:

- schisis en craniofaciale afwijkingen;
- trauma gerelateerde orthodontische behandelingen;
- cervicale wortelresorptie;
- ectopische eruptie;
- interne wortelresorptie;
- wortelbeschadiging ten gevolge van plaatsen van een miniscrew of ten gevolge van chirurgische ingrepen;

- autotransplantatie;
- medicatie die het botmetabolisme beïnvloedt;
- in vitro onderzoek.

Op basis van titel en abstract werden in eerste instantie 129 studies voorgeselecteerd. Na raadpleging van de volledige tekst, werden vervolgens 120 studies geëxcludeerd (zie exclusietabel), en zijn één RCT (Mandall, 2006), vier observationele studies (Lund, 2012; Årtun, 2009; Mirabella, 1995-b, Linge, 1991) en vier systematische reviews (Tieu, 2004; Walker, 2013; Weltman, 2010, Segal, 2004) geselecteerd.

De vier systematische reviews hebben samen in totaal 31 studies (na het verwijderen van duplicaten) geïncludeerd. Van deze 31 studies is de full tekst gelezen. Uiteindelijk werden op basis van onze exclusiecriteria 30 individuele studies uit de systematische reviews geëxcludeerd (zie exclusietabel). De resterende studie (Mirabella, 1995-b) was reeds door ons geïncludeerd.

In totaal zijn vijf onderzoeken opgenomen in de literatuuranalyse. De belangrijkste studiekarakteristieken en resultaten zijn opgenomen in de evidence-tabellen. De beoordeling van de individuele studieopzet (risk of bias) is opgenomen in de risk of bias tabellen.

SAMENVATTING LITERATUUR

Lund (2012) heeft in Zweden een prospectieve studie uitgevoerd waaraan 171 patiënten die zijn behandeld met vaste apparatuur en extractie van de eerste premolaar in ieder kwadrant deelnamen. Het doel van deze studie was om de incidentie van ernstige wortelresorptie en mogelijke risicofactoren te bepalen. In een univariaat model heeft hij de relatie tussen wortelresorptie en de risicofactoren geslacht, onder- of bovenkaak, leeftijd, duur van behandeling, tandtype, wortellengte voor begin behandeling en wortellengte na zes maanden onderzocht. Hierna werd een multivariate analyse uitgevoerd, maar de methode is onduidelijk gerapporteerd. Wij rapporteren hier de resultaten voor leeftijd, geslacht, duur van de behandeling en wortellengte voorafgaand aan de behandeling.

Årtun (2009) heeft in een prospectieve studie met 267 patiënten uit Kuwait, Nederland en de Verenigde Staten onderzocht of de mate van wortelresorptie in de beginperiode van de behandeling gerelateerd is aan de mate van wortelresorptie aan het einde van de orthodontische behandeling. Verder is in een univariaat en multivariaat model gekeken naar mogelijke risicofactoren. In het univariaat model zijn de voor ons relevante risicofactoren geslacht, leeftijd, trauma, wortelbreedte, atypische wortelvorm, tandlengte voor begin behandeling, agenesie, orthodontische behandeling in het verleden, duur van behandeling, duur met rechthoekige draden, het dragen van anterieure (waarschijnlijk verticale) elastieken en extractie onderzocht. Daarna werd stepwise multiple regression met forward selection toegepast. In dit multiple regressiemodel is ook naar de voorspellende waarde van de mate van wortelresorptie op 12 maanden gekeken.

Mandall (2006) voerde een gerandomiseerde studie uit in het Verenigd Koninkrijk met 154 patiënten en vergeleek de ernst van wortelresorptie voor drie specifieke draadvolgorden.

Mirabella (1995-b) voerde een studie uit in Italië en de Verenigde Staten met 343 volwassen patiënten, en onderzocht een aantal risicofactoren voor het optreden van wortelresorptie bij een orthodontische behandeling van volwassenen. Hij heeft de variabelen wortelbreedte, wortelvorm, tandlengte voor begin behandeling, endodontisch behandeld element, overjet, overbite, trauma, leeftijd, habits, orthodontische behandeling in het verleden, Angle classificatie, duur van behandeling, duur met rechthoekige draden, het dragen van Klasse II elastieken en anterieure verticale elastieken, Le Fort I osteotomie, afstand tot de palatinale cortex en horizontale en verticale apicale verplaatsing en aanwezigheid van geïmpacteerde hoektanden in relatie met wortelresorptie onderzocht. In het artikel worden helaas geen effectgroottes genoemd, alleen de p-waarden.

Linge (1991) voerde een retrospectieve studie uit met 485 patiënten. Hij heeft met een stapsgewijze regressieanalyse onderzocht of de volgende variabelen gerelateerd zijn aan de ernst van wortelresorptie: geslacht, leeftijd, overjet, overbite, trauma, lip- /tongdysfunctie, geïmpacteerd bovenhoektanden, duur met rechthoekige draden en duur van de actieve behandeling (banding time), en het dragen van Klasse II elastieken. De spreidingsmaten ontbreken helaas. Verder rapporteerde Linge dat banding time een onafhankelijke voorspeller was voor wortelresorptie, maar hij heeft ervoor gekozen om uiteindelijk de resultaten van een multivariaat model zonder banding time te rapporteren. Een aantal van de factoren die

worden gepresenteerd in het uiteindelijke model, zijn nu alleen daarin opgenomen door de keuze van de auteurs om banding time te excluderen.

Resultaten

Geen enkele studie heeft gekeken naar de voorspellende factoren van klinische wortelresorptie, dat wil zeggen klinische wortelresorptie als dichotome uitkomstmaat waarbij wortelresorptie ≥ 2 mm wel of niet aanwezig is.

De resultaten van de multivariate modellen zijn weergegeven in de tabel 2.1. Zie Appendix 2 voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten van deze studies.

Mandall (2006) onderzocht het effect van de "Draadvolgorde" op de ernst van resorptie in een RCT, en rapporteert dat er geen significant ($P=0,58$) verschil is in de ernst van wortelresorptie bij het gebruiken van de hieronder genoemde draadvolgorden:

- Controle: 0.016 NiTi, 0.018x0.025 NiTi, 0.019x0.025 SS; (0,96 mm, SD=1,0).
- Interventie 1: 0.016 NiTi, 0.016 SS, 0.020 SS, 0.019x0.025 SS; (1,39 mm, SD=1,8).
- Interventie 2: 0.016x0.022 CuNiTi, 0.019x0.025 CuNiTi, 0.019x0.025 SS; (1,19 mm, SD=1,5).

Tabel 2.1 Multivariate modellen (X: desbetreffende variabele is onderzocht in de studie, maar kwam niet voor in het uiteindelijke multivariate regressiemodel. S: De associatie met resorptie was wel significant maar variabele is niet in het eindmodel mee opgenomen. - : desbetreffende variabele is niet onderzocht in de studie).

Factoren	Lund, 2012	Årtun, 2009	Mirabella, 1995-b	Linge, 1991
	Effect (P-value) (Multivariate analysis; not clear if they examined teeth or patients, dependent variable unclear) Neg: meer EARR	Effect (SE; P-value) (Multivariate stepwise regression analysis; N=267 patients, separate analyses for central and lateral incisor, most severely resorbed tooth as dependent variable; $r^2=0,72$) Neg: minder EARR	P-value2 (Linear multiple regression analysis; N=343 patients, most severely resorbed tooth as dependent variable)	Effect (Stepwise regression analysis; N=485 patients, EARRmax as dependent variable) R2-value=0.1
Patiëntengerelateerde				
Geslacht	X	X	X	X
Leeftijd	X	X	X	X
Trauma	-	X	X	0,57
Endodontisch behandeld	-	-	Lateral incisor: <0,05 Cuspid <0,0001	
Wortelbreedte	-	X	Lateral incisor: <0,05	-
Atypische wortelvorm	-	X	Central incisor: <0,001	-
Tand-/ wortellengte voor begin behandeling	X	X	Central/lateral incisor/ cuspid: <0,0001	-
Agensie	-	X	-	-
Orthodontische behandeling in het verleden	-	X	Central/ Lateral incisor: <0,05	-
Lip- /tongdysfunctie / Habit	-	-	X	0,49
Geïmpacteerte bovenhoektanden	-	-	X	0,69
Overjet	-	-	X	X
Overbite	-	-	X	X
Angle classificatie	-	-	X	-

Behandelingsgerelateerde				
Duur van behandeling (per maand)	X	X	X	S
Duur met rectangular wire	-	X	X	0,05
Horizontale apicale verplaatsing	-	-	Central incisor: <0,05	-
Verticale apicale verplaatsing	-	-	X	-
OJ reductie	-	-	-	X
Extractie	-	Central incisor: 1,70 (0,69; <0,05) Lateral incisor: 1,97 (0,73; <0,01)	-	-
Elastieken, Klasse II	-	-	Cuspid: <0,05	0,03
Elastieken, anterieur verticaal	-	X	Cuspid: <0,05	-
Afstand wortel tot bot van palatum	-	-	X	-

Bewijskracht van de literatuur

Pre-interventie patiëntengebonden factoren:

GESLACHT

De bewijskracht voor de factor geslacht is met één niveau verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op redelijk.

LEEFTIJD

De bewijskracht voor de factor leeftijd is met één niveau verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op redelijk.

TRAUMA

De bewijskracht voor de factor trauma is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege het rapporteren van tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

ENDODONTISCH BEHANDELD

De bewijskracht voor de factor endodontisch behandeld element is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en omdat de factor alleen in één studie is beschreven en deze geen effectmaat gerapporteerd heeft. De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

WORTEL- EN TANDMORFOLOGIE

Wortelbreedte

De bewijskracht voor de factor wortelbreedte is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege het rapporteren van tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

ATYPISCHE WORTELVORM

De bewijskracht voor de factor atypische wortelvorm is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege het rapporteren van tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

TAND-/ WORTELLENGTE VOOR BEGIN BEHANDELING

De bewijskracht voor de factor tand- /wortellengte voor begin behandeling is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid), het rapporteren van

tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie) en vanwege onduidelijke statistische analyses of weergave hiervan in twee studies (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

AGENESIE

De bewijskracht voor de factor agenesie is met twee niveaus verlaagd omdat deze factor alleen in één studie beschreven is (imprecisie) en de studie niet gekeken heeft naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

ORTHODONTISCHE BEHANDELING IN HET VERLEDEN

De bewijskracht voor de factor orthodontische behandeling in het verleden is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege het rapporteren van tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

LIP-/ TONGDYSFUNCTIE/ HABIT

De bewijskracht voor de factor lip-/ tongdysfunctie/ habit is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid), het rapporteren van tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie) en vanwege onduidelijke statistische analyses of weergave hiervan (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

GEIMPACTEERDE HOEKTANDEN

De bewijskracht voor de factor geïmpacteerde hoektanden is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en omdat deze factor er in de studie van Linge er alleen uitkwam door de keuze van de auteurs om banding time te excluseren). Verder rapporteren beide studies onduidelijk over de methode van statistische analyse en over de resultaten ervan (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

OVERJET

De bewijskracht voor de factor overjet is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege onduidelijke statistische analyses of weergave hiervan. Daarnaast was Overjet in het model met banding time van Linge een onafhankelijke voorspeller van wortelresorptie, maar door exclusie van banding time komt ook overjet niet meer in het uiteindelijke model terug (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.
gen te beantwoorden werden twee gerandomiseerde klinische trials uit de systematische review geïnccludeerd.

OVERBITE

De bewijskracht voor de factor overbite is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege onduidelijke statistische analyses of weergave hiervan (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

ANGLE CLASSIFICATIE

De bewijskracht voor de factor Angle classificatie is met drie niveaus verlaagd omdat de studie alleen in één studie beschreven is en deze studie geen effectmaat gerapporteerd heeft (imprecisie). Verder heeft de studie niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

Prognostische factoren gerelateerd aan de behandeling:

DUUR VAN (ACTIEVE) BEHANDELING

De bewijskracht voor de factor duur van actieve behandeling is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid), en aangezien Banding time in de studie van Linge een onafhankelijke voorspeller van wortelresorptie was, maar deze variabele werd vervolgens geëxcludeerd (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

DUUR VAN HET GEBRUIK VAN RECHTHOEKIGE DRADEN

De bewijskracht voor de factor duur van het gebruik van rechthoekige draden is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en omdat deze

variabele alleen in het multivariate models is gekomen door de keuze van de auteur om banding time te excluseren (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

HORIZONTALE APICALE VERPLAATSING

De bewijskracht voor de factor horizontale apicale verplaatsing is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en omdat deze factor alleen in één studie beschreven is en deze geen effectmaat gerapporteerd heeft (imprecisie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

VERTICALE APICALE VERPLAATSING

De bewijskracht voor de factor verticale apicale verplaatsing is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en omdat de factor alleen in één studie beschreven is en deze geen effectmaat gerapporteerd heeft (imprecisie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

OVERJETREDUCTIE

De bewijskracht voor de factor overjetreductie is met drie niveaus verlaagd omdat de studie niet gekeken heeft naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en aangezien deze factor maar in één studie is beschreven (imprecisie). Verder heeft deze studie statistische analyse onduidelijk beschreven (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

EXTRACTIE VERSUS NON-EXTRACTIE

De bewijskracht voor de factor extractie is met twee niveaus verlaagd omdat de studie niet gekeken heeft naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en deze factor maar in één studie is beschreven (imprecisie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

ELASTIEKEN

De bewijskracht voor de factor Klasse II elastieken is met drie niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en omdat deze variabele alleen in het multivariate models is gekomen door de keuze van de auteurs om banding time te excluseren. Verder heeft deze studie een onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan (beperkingen in de studieopzet). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

De bewijskracht voor de factor anterieure verticale elastieken is met twee niveaus verlaagd omdat de studies niet gekeken hebben naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid) en vanwege het rapporteren van tegenstrijdige resultaten in verschillende studies (inconsistentie). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

DRAADVOLGORDE

De bewijskracht voor de factor draadvolgorde is met twee niveaus verlaagd omdat deze factor maar in één studie beschreven is (imprecisie) en de studie niet gekeken heeft naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op laag.

AFSTAND WORTEL TOT DE PALATINALE CORTEX

De bewijskracht voor de factor expansietherapie is met drie niveaus verlaagd omdat deze factor alleen in één studie beschreven is zonder een beschrijving van de effectmaat (imprecisie) en de studie niet gekeken heeft naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) (indirectheid). De uiteindelijke bewijskracht komt uit op zeer laag.

CONCLUSIES

De conclusies worden hieronder per uitkomstmaat weergegeven. Bij de interpretatie van de resultaten is het belangrijk om te beseffen dat de resultaten zijn gedestilleerd uit multivariate modellen. De resultaten zijn dus afhankelijk van de onderzochte variabelen en de opbouw van de modellen in de geïnccludeerde studies. Wanneer er een associatie is gevonden tussen een bepaalde variabele en de ernst van wortelresorptie is deze associatie ook afhankelijk van de (eventuele) aanwezigheid van overige variabelen in het model. Anderszijds kan niet worden uitgesloten dat een variabele die in deze studies niet is teruggekomen in de uiteindelijke modellen, en dus in deze studies geen onafhankelijk voorspeller bleek te zijn voor de wortelresorptie, in combinatie van andere variabelen wel een voorspeller is van wortelresorptie.

Pre-interventie patiëntengebonden factoren:

Geslacht

GRADE Redelijk	Er zijn aanwijzingen dat geslacht geen onafhankelijke voorspeller is van de ernst van wortelresorptie. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009; Lund, 2012)
-----------------------	---

Leeftijd

GRADE Redelijk	Er zijn aanwijzingen dat leeftijd geen onafhankelijke voorspeller is van de ernst van wortelresorptie. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009; Lund, 2012)
-----------------------	---

Trauma

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat trauma voorafgaand aan een orthodontische behandeling geen onafhankelijke voorspeller is voor de ernst van wortelresorptie, ook al rapporteert één studie een tegenstrijdig resultaat. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009)
-------------------	--

Endodontisch behandeld

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of endodontisch behandelde elementen een risicofactor zijn voor de ernst van wortelresorptie. Er zijn lichte aanwijzingen dat een endodontische behandeling juist een preventieve factor is voor het optreden van wortelresorptie. Bronnen (Mirabella, 1995-b)
------------------------	---

Wortel- en tandmorfologie

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat de wortelbreedte van het element geen onafhankelijke voorspeller is van de ernst van wortelresorptie, ook al rapporteren de gevonden studies tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009)
-------------------	--

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat atypische wortelvormen geen onafhankelijke voorspeller is van de ernst van wortelresorptie, ook al rapporteren de gevonden studies tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009)
-------------------	--

Tand-/ wortellengte voor begin behandeling

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of de tand-/ wortellengte voor het begin van de behandeling geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie. De gevonden studies rapporteren tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009; Lund, 2012)
------------------------	--

Agenesie

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat de aanwezigheid van agenesieën geen onafhankelijke voorspeller is op het ontwikkelen van ernstigere wortelresorptie. Bronnen (Årtun, 2009)
-------------------	--

Orthodontische behandeling in het verleden

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat een orthodontische behandeling in het verleden geen onafhankelijke voorspeller is van de ernst van wortelresorptie. Verder zijn er lichte aanwijzingen dat een orthodontische behandeling in het verleden een preventieve factor is voor de mate van wortelresorptie. Bronnen (Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009)
-------------------	--

Lip- /tongdysfunctie/ habit

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of patiënten met een lip-/ tongdysfunctie of met een andere afwijkende mondgewoonte/ habit een verhoogd risico hebben op het ontwikkelen van ernstigere wortelresorptie, dan patiënten zonder een dergelijke gewoonte. De gevonden studies rapporteren tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b)
------------------------	---

Geïmpacteerde hoektanden

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of het corrigeren van geïmpacteerd bovenhoektanden geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie van bovenincisieven. De gevonden studies rapporteren tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b)
---------------------------	---

Overjet

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of een grote overjet voor begin van de behandeling een risicofactor is voor de ernst van wortelresorptie. In beide studies is geen associatie gevonden. Bronnen ((Linge, 1991; Mirabella, 1995-b)
---------------------------	--

Overbite

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat een grote overbite voor begin van de behandeling geen onafhankelijke voorspeller is voor de ernst van wortelresorptie. In beide studies is geen associatie gevonden. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b)
----------------------	---

Angle classificatie

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of de Angle classificatie geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie. In de studie is geen associatie gevonden, maar we hebben weinig vertrouwen in de uitkomst. Bronnen (Mirabella, 1995-b)
---------------------------	---

Prognostische factoren gerelateerd aan de behandeling:

Duur van (actieve) behandeling

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat de behandelingsduur geen onafhankelijke voorspeller is voor de ernst van wortelresorptie. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995b,; Årtun, 2009; Lund, 2012)
----------------------	---

Duur van het gebruik van rechthoekige draden

GRADE Laag	Het is niet duidelijk of de mate van wortelresorptie met toename van de behandelingsduur met rechthoekige draden stijgt. De studies rapporteren tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995b, Årtun, 2009)
----------------------	--

Horizontale apicale verplaatsing

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijke of grotere horizontale apicale verplaatsing van de apex geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie. De studies laten een positieve correlatie zien, maar we hebben weinig vertrouwen in deze uitkomst. Bronnen (Mirabella, 1995-b)
---------------------------	--

Verticale apicale verplaatsing

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of grotere verticale verplaatsing van de apex geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie. In de studie is geen associatie gevonden. Bronnen (Mirabella, 1995-b)
---------------------------	--

Overjet reductie

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of grotere overjetreductie tijdens de vaste apparaatfase leidt tot ernstigere wortelresorptie. In de studie is geen associatie gevonden. Bronnen (Linge, 1991)
---------------------------	---

Extractie versus non-extractie

GRADE Laag	Er zijn aanwijzingen dat extracties van premolaren een onafhankelijke voorspeller is voor de ernst van wortelresorptie. Bronnen (Årtun, 2009)
----------------------	--

Elastieken

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of het dragen van Klasse II elastieken invloed heeft op de ernst van wortelresorptie. De studies rapporteren tegenstrijdige resultaten. Bronnen (Linge, 1991; Mirabella, 1995-b)
---------------------------	---

GRADE Laag	Er zijn lichte aanwijzingen dat het dragen van anterieure verticale elastieken geen onafhankelijke voorspeller is voor de ernst van wortelresorptie behalve voor de bovenhoektanden. Bronnen (Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009)
-----------------------	--

Draadvolgorde

GRADE Laag	Draadvolgorde en type draad heeft geen invloed op de ernst van wortelresorptie (0.016 NiTi, 0.018x0.025 NiTi, 0.019x0.025 SS; of 0.016 NiTi, 0.016 SS, 0.020 SS, 0.019x0.025 SS; of 0.016x0.022 CuNiTi, 0.019x0.025 CuNiTi, 0.019x0.025 SS). Bronnen (Mandall, 2006)
-----------------------	---

Afstand wortel tot het corticale bot van het palatum

GRADE Zeer laag	Het is niet duidelijk of de afstand van de wortel tot het corticale bot van het palatum geassocieerd is met de mate van wortelresorptie. In de studie is geen associatie gevonden. Bronnen (Mirabella, 1995-b)
----------------------------	---

OVERWEGINGEN

Voor het literatuuronderzoek naar risicofactoren maakten wij onderscheid naar patiëntgerelateerde en behandelingsgerelateerde factoren. Het uiteindelijk te bereiken doel is het voorkomen van apicale wortelresorptie door idealiter de risicopatiënt voorafgaande aan de behandeling betrouwbaar te identificeren.

De patiëntgerelateerde pre-interventie factoren die genoemd worden in relatie tot het optreden van apicale wortelresorptie zijn geslacht, leeftijd, trauma, endodontisch behandelde elementen, wortelbreedte, afwijkende wortelvormen, wortellengte voor begin behandeling, agenesieën, orthodontische behandeling in het verleden, lip- tongdysfunctie en andere afwijkende mondgewoontes, het corrigeren van geïmpacteerd hoektanden, overjet, overbite en Angle classificatie.

Het toepassen van de GRADE-methodiek voor prognostische vragen is nog in ontwikkeling en is minder uitgekristalliseerd dan voor interventievragen. Daarom hebben wij besloten voor de volgende factoren te downgraden: als resultaten tussen de studies verschillen voor een mogelijk voorspeller (inconsistentie), als er niet gekeken is naar voorspellende factoren van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm) maar naar een gemiddeld grotere wortelresorptie (indirectheid), als de factor maar door één studie is beschreven (imprecisie), voor onduidelijke statistische analyses of weergave hiervan en voor de uitkomsten van de studie van Linge die alleen gevonden werden door de keuze van de auteurs om banding time te excluderen (beperkingen van de studieopzet).

Voor de meeste prognostische factoren komt de bewijskracht uit op laag tot zeer laag.

De uitkomstmaten "geslacht" en "leeftijd" waren de enige die bewijskracht redelijk kregen: geslacht en leeftijd waren in de geïncludeerde studies geen onafhankelijke voorspeller van de ernst van wortelresorptie.

In tegenstelling tot de algemene aanname onder orthodontisten hebben wij geen wetenschappelijk bewijs voor een associatie tussen familiale predispositie of gewoonten (nagelbijten, tongpersen et cetera) en wortelresorptie gevonden. Dit geldt ook voor het corrigeren van geïmpacteerd hoektanden en eventuele resorptie van de naastgelegen frontelementen, en voor de factor tand- of wortellengte voor begin behandeling (bewijskracht zeer laag). Voor alle overige factoren is het eveneens niet mogelijk om een uitspraak te doen over de relatie tot de ernst van wortelresorptie.

In overige literatuur, die door ons is geëxcludeerd omdat er geen rekening gehouden is met mogelijke interacties tussen de factoren zelf, is er nog gekeken naar de relatie van wortelresorptie met etniciteit (Sameshima, 2001-a), expansietherapie in de bovenkaak middels een RME (Sameshima, 2001-b) en kroonbreedte (Kook, 2003). Uit deze onderzoeken blijkt dat er een significant ($P < 0,05-0,001$) verschil is tussen de ernst van wortelresorptie bij Aziaten (0,61-0,97 mm) en Cauciërs (0,65-1,58 mm) en tussen Aziaten en patiënten van Spaanse afkomst (0,84 tot 1,65 mm). Hierbij ervaren patiënten met Aziatische etniciteit minder ernstige wortelresorptie (Sameshima, 2001-a). Betreffende een RME-therapie (Sameshima, 2001-b) en de kroonbreedte (Kook, 2003) zijn geen significante verschillen gevonden in de mate van wortelresorptie.

Een eerdere orthodontische behandeling zou mogelijk een preventieve werking hebben. Echter, aangezien het merendeel

van de patiënten die onder behandeling komen niet eerder orthodontisch behandeld is, is hieruit geen aanbeveling te formuleren voor nieuwe patiënten.

Geconcludeerd wordt dat het niet mogelijk blijkt om op basis van deze prognostische variabelen een typisch risicoprofiel van een patiënt voor het optreden of de ernst van wortelresorptie te definiëren.

Daarnaast keken wij naar behandelingsgerelateerde factoren: duur van behandeling, duur van het gebruik van rechthoekige draden, de mate van horizontale en verticale apicale verplaatsing, overjetreductie, extractie, dragen van elastieken (zowel anterieur verticaal als ook Klasse II elastieken), speciale draadvolgorde (zoals boven vermeld) en de afstand van de wortel tot het corticale bot van het palatum.

De bewijskracht varieert van laag tot zeer laag. De enige behandelingsgerelateerde factoren waarvoor een lage bewijskracht werd gevonden betreft de duur van de behandeling, de duur van het gebruik van rechthoekige draden, extractie, het dragen van anterieure verticale elastieken en de draadvolgorde en typen draad.

In de RCT van Mandell (2006) werden drie draadvolgorden en typen draad geanalyseerd met als uitkomstmaten discomfort voor de patiënt en wortelresorptie van meer dan 2,5 mm. Het achterliggende idee is dat, als sneller naar een working arch wire wordt overgegaan, dit de efficiëntie van de behandeling bevordert. Het blijkt dat een efficiënte draadvolgorde, waarbij snel overgegaan wordt op een rechthoekige staaldraad, geen nadelige effecten heeft met betrekking tot wortelresorptie en patiënt discomfort. Er zijn drie specifieke draadtypen en volgordes vergeleken door Mandall, (2006) waardoor hieruit niet direct een universeel draadschema te destilleren valt.

Er zijn aanwijzingen dat de behandelingsduur geen onafhankelijke voorspeller is van de ernst van wortelresorptie en het is niet duidelijk of de duur van het gebruik van rechthoekige draden (bewijskracht laag) invloed heeft op de ernst van wortelresorptie. Een zo kort mogelijke behandelingsduur is, ook om redenen als cariesrisico en behandelingsmoeheid, aan te bevelen.

Extracties van premolaren gevolgd door orthodontische behandeling met vaste apparatuur is de enige factor die wij konden vinden die geassocieerd lijkt te zijn aan de ernst van wortelresorptie. De werkgroep is dan ook tot de conclusie gekomen dat het belangrijk is om bij een behandelplan met extracties de patiënt over het mogelijke verhoogd risico van het optreden van wortelresorptie te informeren. Het mogelijke verhoogd risico zou gerelateerd kunnen zijn aan een grotere apicale verplaatsing van de gebitselementen tijdens het sluiten van extractie diastemen. Er zijn wel lichte aanwijzingen dat bij grotere apicale verplaatsing ernstigere wortelresorptie optreedt, alleen is de bewijskracht hiervoor zeer laag. Reductie van de overjet tijdens de vaste apparatuur fase is vaak ook gerelateerd aan grotere apicale verplaatsing. Echter, het is niet duidelijk of een grotere overjetreductie tijdens de vaste apparatuur fase zou kunnen leiden tot ernstigere wortelresorptie en het vaker optreden hiervan, aangezien deze factor niet als onafhankelijk voorspeller uit het model is gekomen (bewijskracht zeer laag). Verder is het ook niet duidelijk of verticale apicale verplaatsingen (intrusie, extrusie) gerelateerd zijn aan de ernst van wortelresorptie.

Tenslotte ligt voor de vaak genoemde factor intermaxillaire elastieken de bewijskracht bij laag tot zeer laag en wordt er geen associatie aangetoond voor het dragen van anterieure verticale elastieken (behalve voor de bovenhoektanden). Voor het dragen van Klasse II elastieken is het niet duidelijk of deze factor invloed heeft op de ernst van wortelresorptie. Men hoeft hier waarschijnlijk geen rekening mee te houden in de behandeling.

Wij konden geen bewijs vinden voor de aanname dat de afstand van de wortel tot de palatinale cortex van belang is (bewijskracht zeer laag), en dus ook niet dat het verplaatsen van het gebitselement tot in de nabijheid van de palatinale cortex invloed heeft op de mate van wortelresorptie. Waarschijnlijk hoeft hiermee geen rekening gehouden te worden tijdens de behandeling.

Concluderend kan gesteld worden dat naar de huidige stand van de wetenschap het niet (volledig) mogelijk is om het risico op het optreden van klinisch relevante wortelresorptie voor een individuele patiënt te voorspellen. Het is daarom raadzaam het risico op wortelresorptie altijd voorafgaand aan de orthodontische behandeling met de patiënt te bespreken. Genetisch onderzoek naar de achtergronden van wortelresorptie is in volle gang en de ontdekking van een aantal genen die verband houden met wortelresorptie is veelbelovend (zie hoofdstuk Diagnostiseren van wortelresorptie). Deze genen zijn niet onderzocht in dit hoofdstuk, omdat nog niet duidelijk is welke genen precies een rol spelen en gentypering in het kader van

een orthodontische behandeling (nog) niet op grote schaal kosteneffectief kan worden toegepast. Wij sluiten niet uit dat met voortschrijding van de ontwikkeling van goedkopere genetische technieken dit op de langere termijn een optie kan zijn om risicopatiënten te selecteren.

AANBEVELINGEN

Informeer de patiënt voorafgaand aan de orthodontische behandeling over het risico op wortelresorptie.

Informeer de patiënt bij wie extractietherapie wordt toegepast over het mogelijke verhoogde risico op het ontwikkelen van ernstigere wortelresorptie.

LITERATUUR

- Artun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, et al. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(4):448-55. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.06.012. PubMed PMID: 19361730.
- Feller L, Khammissa RA, Schechter I, et al. Biological events in periodontal ligament and alveolar bone associated with application of orthodontic forces. *ScientificWorldJournal.* 2015;2015:876509. Doi: 10.1155/2015/876509. Epub 2015 Sep 2. Review. PubMed PMID: 26421314; PubMed Central PMCID: PMC4572431.
- Kook YA, Park S, Sameshima GT. Peg-shaped and small lateral incisors not at higher risk for root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(3):253-8. PubMed PMID: 12637897.
- Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99(1):35-43. PubMed PMID: 1986524.
- Lund H, Gröndahl K, Hansen K, et al. Apical root resorption during orthodontic treatment. A prospective study using cone beam CT. *Angle Orthod.* 2012;82(3):480-7. doi: 10.2319/0613111-390.1. Epub 2011 Sep 16. PubMed PMID: 21919826.
- Mandall N, Lowe C, Worthington H, et al. Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. *Eur J Orthod.* 2006;28(6):561-6. PubMed PMID: 17041083.
- Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(1):48-55. PubMed PMID: 7598104. (b).
- Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(5):505-10. PubMed PMID: 11343022 (a).
- Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(5):511-5. PubMed PMID: 11343023 (b).
- Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7(2):71-8. Review. PubMed PMID: 15180086.
- Tieu LD, Saltaji H, Normando D, et al. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Prog Orthod.* 2014;23;15:48. Doi: 10.1186/s40510-014-0048-7. Review. PubMed PMID: 25139200; PubMed Central PMCID: PMC4138553.
- Walker SL, Tieu LD, Flores-Mir C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2013;35(6):796-802. Doi: 10.1093/ejo/cjs101. Epub 2013 Jan 14. Review. PubMed PMID: 23321851.
- Weltman B, Vig KW, Fields HW, et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4):462-76; discussion 12A. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.06.021. Review. PubMed PMID: 20362905.

Study	Study characteristics	Patients characteristics	Intervention	Comparison/control	Follow up	Outcome measures and effect size	Comments
Lund, 2012	<p>Prospective observational, consecutively selected from March 2005-June 2008</p> <p>Setting: Gothenburg, Sweden (University)</p>	<p>Inclusion criteria: Age 9-18 years, Class I malocclusion, severe crowding (to be an extent motivation for extraction), OJ ≤ 5mm</p> <p>NT0= 171 Mean age: 15.2 y (SD 1.6; range 10.1-18.6)</p> <p>NT1 (6 months)= 97 (randomly selected)</p> <p>NT2 (end of treatment)= 152 (65 M, 87 F)</p>	<p>Extraction 1 PM each jaw quadrant (except of 5 non-extraction patients and 4 patients with only 2 or 3 PM extractions)</p> <p>FFA (MBT, 0.022 inch slot)</p> <p>Space closure on stainless steel wires</p> <p>CBCT examination at T0, T1 (partially), T2</p> <p>Reconstructions: axial slices perpendicular to the long axis of the tooth/root</p> <p>EARR measurement: changes in root length CEJ-apex</p> <p>Univariate and multivariate analysis</p>	/	<p>Mean treatment duration: 20.7 months (median 20; SD 5.7; range 11</p>	<p>Effect: extent of root shortening at endpoint</p> <p>Univariate analyses Gender No statistically significant effect (effect 0.06 mm; P= 0.5067)</p> <p>Treatment duration No statistically significant effect (effect 0.03 mm; P= 0.7286)</p> <p>Root length at baseline No statistically significant effect (effect -0.01 mm; P= 0.3768)</p> <p>Multivariate Analyses including age at baseline, jaw, tooth group and root length at the 6-month control</p> <p>Age at baseline No statistically significant effect (effect -0.07; P= 0.0932)</p> <p>Jaw Maxillary teeth have significantly larger extents of EARR than mandibular teeth (effect 0.23 mm; P< 0.0001)</p> <p>Root length at 6 months Smaller root length at 6 months of treatment has significantly larger extents of EARR (effect 0.09; P< 0.0001)</p>	

<p>Årtun, 2009</p>	<p>Prospective observational, consecutively selected between March 2001 and July 2002</p> <p>Setting: Safat, Kuwait (University)</p> <p>Nijmegen, The Netherlands (University)</p> <p>Seattle, Washington, USA (private practice)</p>	<p>N= 267 patients (89 M, 178 F)</p> <p>Mean age= 18.8 y (SD 10.1y, range 10.1-55.5)</p>	<p>FFA 0.018-in slot (N=113) 0.022-in slot (N=189)</p> <p>3 PA (parallel technique) radiographs (centered 11/21 and laterals each side)</p> <p>T1= before treatment T2= 6 months after placement of max. incisor brackets T3= 12 months after placement of max. incisor brackets T4= after active treatment</p> <p>Tooth length (TL) measurement: Apex tip- midpoint of either incisal edge or CEJ</p> <p>Intra observer reliability assessment with double measurements</p> <p>Univariate and multivariate analysis</p>	<p>/</p>	<p>Mean treatment duration: T1-T2: 6.4 months (SD= 0.9)</p> <p>T1-T3: 12.5 months (SD=1.0)</p> <p>T1-T4: 24.9 months (SD= 7.3)</p>	<p>Univariate: History of Trauma Central incisors with history of trauma have significantly larger amount of EARR (effect 6.15 mm; P, 0.05)</p> <p>Age Reduced age at T1 has a significant association with the amount of EARR for lateral incisors (effect -0.20 mm; P<0.05)</p> <p>Previous treatment No previous treatment has a significant association with the amount of EARR for lateral incisors (effect -11.62 mm; P<0.01)</p> <p>Tooth length Increased tooth length has a significant association with the amount of EARR for lateral incisors (effect 0.10 mm; P<0.01)</p> <p>Root width Reduced root width has a significant association with the amount of EARR for lateral incisors (effect -0.42 mm; P<0.05)</p> <p>Root form Abnormal root form has a significant association with the amount of EARR for lateral incisors (effect 1.20 mm, P< 0.05)</p> <p>Anterior elastics No significant association with the amount of EARR (P=0.25 (centrals)/ P= 0.23 (laterals))</p> <p>Posterior elastics The time of wearing posterior elastics has a significant association with the amount of EARR for lateral incisors (effect 0.27 mm; P<0.05)</p> <p>No significant association with EARR (P centrals/P laterals): Treatment time (P=0.09/0.14), Gender (P=0.19/ 0.46), Time of square wire (P=0.72/0.33), Anterior elastics (P=0.25/0.23), Agensis (P=0.15/0.11)</p>	<p>Rapportage onduidelijkheden</p>
--------------------	---	--	--	----------	--	--	------------------------------------

						<p>Multivariate analysis, stepwise regression: (r²= 0.72). Extraction Extraction therapy of maxillary teeth has a significant association with the amount of EARR for central (effect 1.70 mm; P< 0.05) and lateral (effect 1.97 mm; P< 0.01) incisors</p> <p>Resorption at T3 The amount of resorption at T3 has a significant association with the amount of EARR for central (effect 1.18 mm; P< 0.001) and lateral (effect 1.09 mm; P< 0.001) incisors at the end of treatment</p>	
Mandall, 2006	<p>Randomized clinical trial</p> <p>Setting: University of Manchester,</p>	<p>N= 154 <18 y</p> <p>C) 51 (31 M, 20 F), 13.8 y (SD=1.6), 10 withdrawn</p> <p>I1) 50 (13 M, 37 F), 14.4 y (SD=1.9), 6 withdrawn</p> <p>I2) 53 (18 M, 35 F), 14.4 y (SD=1.8), 9 withdrawn</p> <p>Fixed appliance, non-extraction or up to 4 PM extraction</p>	<p>I1: 0.016 NiTi, 0.016 SS, 0.020 SS, 0.019x0.025 SS</p> <p>I2: 0.016x0.022 CuNiTi, 0.019x0.025 CuNiTi, 0.019x0.025 SS</p> <p>Periapical radiographs of upper left central incisor</p> <p>EARR measurement method by Linge and Linge, 1991 R1-R2 x (C1/C2)</p>	<p>C: 0.016 NiTi, 0.018x0.025 NiTi, 0.019x0.025 SS</p>	<p><i>After working archwire (0.019x0.025 SS) was placed & end of passive phase</i></p> <p><i>Months Upper/ Lower</i> A) 6.8/6.7 B) 9.3/7.9 C) 8.3/7.1</p>	<p>- no statistically significant differences between archwire sequences I1,I2 or C for EARR (P=0.58)</p> <p>EARR, amount: C: 0.96 mm (SD=1.0) I1: 1.39 mm (SD=1.8) I2: 1.19 mm (SD=1.5)</p> <p>- no statistically significant difference btw. proportion of patients with/without EARR data between C, I1 & I2 (P= 0.80, chi-square value 5.0, 2df)</p> <p>- history of incisor trauma was not associated with increased EARR (P=0.59)</p>	
Mirabella, 1995-b	<p>Retrospective, observational study of consecutively treated patients</p> <p>Setting: Private practice in Catania,Italy</p>	<p>343, > 20 y (adults), Mean age: 34.5 y (SD= 9.0)</p>	<p>FFA</p> <p>Lateral cephalometric head films & periapical radiographs (maxillary anterior teeth)</p> <p>EARR: TL1-TL2</p> <p>Multiple linear regression analyses</p>	/	<p>2.0 y (SD= 0.7)</p>	<p>- mean EARR Central= 1.47 mm (SD 1.4) Lateral= 1.63 mm (SD= 1.24) Canine= 1.25 (SD=1.52)</p> <p>- history of earlier orthodontic treatment is a preventive factor for central and lateral incisors (P< 0.05)</p> <p>- endodontic treatment is a preventive factor for lateral incisors (P< 0.05) and canines (P< 0.0001)</p> <p>- horizontal movement of the apex is associated with EARR for central incisors (P< 0.05)</p>	

						<p>- apical root width was negatively associated for lateral incisors ($P < 0.05$)</p> <p>- time of anterior elastics and Class II elastics is associated with EARR for canines ($P < 0.05$)</p> <p>- root shape is associated with EARR for the central incisors ($P < 0.001$)</p> <p>Treatment duration, duration of rectangular wire and proximity to the palatal cortical bone are not associated with EARR</p>	
Linge, 1991	<p>Retrospective, observational study, consecutive</p> <p>Setting: unclear, Skien, Norway</p>	<p>N=485 (197 M, 288 F) Age: 11.5-25y</p>	<p>FFA (60.2 %) Combination fixed and removable (28.5%) Removable appliances (9.1%) No banding of incisors (2.3%)</p> <p>Intraoral radiographs of maxillary incisors</p> <p>Stepwise regression analysis</p>	/	<p><i>At completion of retention</i></p> <p><i>Mean duration:</i> 3.3 years</p> <p><i>Mean FFA treatment duration:</i> 11.5 m (SD=7.6)</p>	<p>EARRmax= 1.54 mm (SD=1.11)</p> <p>N>2.5 mm EARR= 16.5%</p> <p>Regression analysis:</p> <p>Simple linear model shows no correlation between EARRmax and age, sex, overbite, vertical elevators, open bite activators and plates with clasps.</p> <p>Stepwise regression analysis: Maximum single-root resorption = 1.23 (constant) + (condition/treatment variable)*</p> <p>*0.30 x if treated with rectangular arch wires; R2=0.0280</p> <p>0.57 if history of trauma; R2=0.0577</p> <p>0.49 if Lip/tongue dysfunction registered; R2=0.0716</p> <p>0.69 if impacted maxillary canines; R2=0.0854</p> <p>0.20 x if treated with Class II elastics; R2=0.0990</p>	

Quality assessment for systematic reviews of RCTs and observational studies

Based on AMSTAR checklist (Shea, 2007; BMC Methodol 7: 10; doi:10.1186/1471-2288-7-10) and PRISMA checklist (Moher, 2009; PLoS Med 6: e1000097; doi:10.1371/journal.pmed1000097)

Study reference	Describe method of randomisation ¹	ias due to inadequate concealment of allocation? ²	Bias due to inadequate blinding of participants to treatment allocation? ³	Bias due to inadequate blinding of care providers to treatment allocation? ³	Bias due to inadequate blinding of outcome assessors to treatment allocation? ³	Bias due to selective outcome reporting on basis of the results? ⁴	Bias due to loss to follow-up? ⁵	Bias due to violation of intention to treat analysis? ⁶
(first author, publication year)		(unlikely/likely/unclear)	(unlikely/likely/unclear)	(unlikely/likely/unclear)	(unlikely/likely/unclear)	(unlikely/likely/unclear)	(unlikely/likely/unclear)	(unlikely/likely/unclear)
Mandall, 2006	Unweighted dice, in box of 12 1 & 2 = Archwire A 3 & 4 = Archwire B 5 & 6 = Archwire C	unlikely	unlikely	unclear	unclear	unlikely	unlikely	unlikely

1. Research question (PICO) and inclusion criteria should be appropriate and predefined.
2. Search period and strategy should be described; at least Medline searched; for pharmacological questions at least Medline + EMBASE searched.
3. Potentially relevant studies that are excluded at final selection (after reading the full text) should be referenced with reasons.
4. Characteristics of individual studies relevant to research question (PICO), including potential confounders, should be reported.
5. Results should be adequately controlled for potential confounders by multivariate analysis (not applicable for RCTs).
6. Quality of individual studies should be assessed using a quality scoring tool or checklist (Jadad score, Newcastle-Ottawa scale, risk of bias table et cetera).
7. Clinical and statistical heterogeneity should be assessed; clinical: enough similarities in patient characteristics, intervention and definition of outcome measure to allow pooling? For pooled data: assessment of statistical heterogeneity using appropriate statistical tests (for example Chi-square, I²)?
8. An assessment of publication bias should include a combination of graphical aids (bijvoorbeeld funnel plot, other available tests) and/or statistical tests (bijvoorbeeld Egger regression test, Hedges-Olken). Note: If no test values or funnel plot included, score no. Score yes if mentions that publication bias could not be assessed because there were fewer than 10 included studies.
9. Sources of support (including commercial co-authorship) should be reported in both the systematic review and the included studies. Note: To get a yes, source of funding or support must be indicated for the systematic review AND for each of the included studies.

Root resorption- risk factors: Quality assessment OBS

Risk of bias tabel for intervention studies (observational: non-randomized clinical trials, cohort and case-control studies)

Study reference (first author, publication year)	Bias due to a non-representative or ill-defined sample of patients? ¹ (unlikely/likely/unclear)	Bias due to insufficiently long, or incomplete follow-up, or differences in follow-up between treatment groups? ² (unlikely/likely/unclear)	Bias due to ill-defined or inadequately measured outcome ? ³ (unlikely/likely/unclear)	Bias due to inadequate adjustment for all important prognostic factors? ⁴ (unlikely/likely/unclear)
Linge, 1991	Unlikely	Unlikely	Unclear	Unlikely
Mirabella, 1995-b	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely
Årtun, 2009	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely
Lund, 2012	Unlikely	Likely (drop-out reasons not mentioned)	Unlikely	Unlikely

1. Failure to develop and apply appropriate eligibility criteria: a) case-control study: under- or over-matching in case-control studies; b) cohort study: selection of exposed and unexposed from different populations.

2. Bias is likely if: the percentage of patients lost to follow-up is large; or differs between treatment groups; or the reasons for loss to follow-up differ between treatment groups; or length of follow-up differs between treatment groups or is too short. The risk of bias is unclear if: the number of patients lost to follow-up; or the reasons why, are not reported.

3. Flawed measurement, or differences in measurement of outcome in treatment and control group; bias may also result from a lack of blinding of those assessing outcomes (detection or information bias). If a study has hard (objective) outcome measures, like death, blinding of outcome assessment is not necessary. If a study has soft (subjective) outcome measures, like the assessment of an X-ray, blinding of outcome assessment is necessary.

4. Failure to adequately measure all known prognostic factors and/or failure to adequately adjust for these factors in multivariate statistical analysis

Zoekverantwoording

Database	Zoektermen	Totaal
Medline (OVID)	1 *Tooth Resorption/ (518) 2 ((tooth root or dental root) adj2 resorption).ab,ti. (49) 3 1 or 2 (564) 4 limit 3 to (dutch or nglis) (427) 5 exp Orthodontics/ or orthodont*.ab,ti. (55172) 6 3 and 5 (58) 7 exp "Root Resorption"/ (2989) 8 2 or 7 (3006) 9 5 and 8 (1010) 10 limit 9 to (dutch or nglis) (887) 11 10 not (Comment/ or Editorial/ or Letter/ or (animals/ not humans/)) (687) = 687	794
Embase	'tooth root'/exp OR 'tooth root' AND resorption*:ab,ti OR (('tooth root' OR 'dental root') NEAR/2 resorption):ab,ti AND ((dutch)/lim OR (nglis)/lim) AND ('orthodontics'/exp OR orthodont*:ab,ti) NOT ('animal experiment'/exp OR 'animal experiment' OR 'animal model'/exp OR 'animal model' OR 'nonhuman'/exp OR 'nonhuman' NOT ('human'/exp OR 'human')) NOT 'conference abstract':it = 301	

Exclusietabel

Tabel Exclusie na het lezen van het volledige artikel

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
Acar, 1999	Follow up 9 weken
Alexander, 1996	Niet consecutive
Al-qawasmi, 2003-a	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Al-qawasmi, 2003-b	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Alwali, 2000	Geen fulltext verkrijgbaar
Amlani, 2007	Fulltext niet verkrijgbaar
Apajalahti, 2007	Niet duidelijk of consecutive
Ari-Demirkaya, 2005	Geen multivariaat model toegepast
Armstrong, 2006	Fulltext niet verkrijgbaar
Artun, 2005	Studiegroep is geïncludeerd in Artun (2009)
Barbagallo, 2008	Follow up 8 weken
Bastos, 2009	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Baumrind, 1996	Niet consecutive
Beck, 1994	Niet consecutive
Bellamy, 2008	Fulltext niet verkrijgbaar
Bille, 2008	Niet duidelijk of consecutive
Blake, 1995	Niet consecutive, niet over risicofactoren
Brin, 1991	Geen fulltext verkrijgbaar
Brin, 2003	Geen multivariaat model toegepast
Brin, 2011	Niet consecutive, selection bias
Chan, 2004	Follow up 28 dagen

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
Chan, 2005/2006	Follow up 28 dagen
Chiqueto, 2008	Niet duidelijk of consecutive
Costopoulos, 1996	Follow up 4 maanden
Da silva, 2004	Fulltext niet verkrijgbaar
Defreitas, 2007	Niet duidelijk of consecutive
Deguchi, 2008	Niet duidelijk of consecutive
Dermaut, 1986	Niet consecutive
DeShields, 1969	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Diedrich, 1996	Niet consecutive
Eisel, 1994	Onduidelijke beschrijving van methodiek
Erverdi, 1994	Gaat over buccale resorptie, surface resorption
Esteves, 2007;	Geen multivariaat model toegepast
Fontana, 2012	Niet duidelijk of consecutive
Forst, 2014	Niet duidelijk of er naar apicale wortelresorptie is gekeken.
Fritz, 2003	Gaat over linguale vaste apparatuur en niet consecutive
Goldin, 1989	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Grande, 2006	Gaat over verplaatste hoektanden
Gulden, 2009	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Han, 2005	Follow up 8 weken
Handelman, 1997	Selection bias, case series
Harris, 1992	Niet consecutive
Harris, 1997	Niet consecutive
Harris, 2001	Fulltext niet verkrijgbaar
Harris, 2006	Geen fulltext verkrijgbaar
Hendrix, 1994	Niet duidelijk of consecutive
Heravi, 2011	Niet consecutive, selection bias
Hines, 1979	Geen fulltext verkrijgbaar
Ho, 2012	Gaat over geïmpacteerte elementen
Hollender, 1980	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Horiuchi, 1998	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Horiuchi, 1998	Niet consecutive
Huang, 2010	Zelfde studie als Zhang (2010), niet consecutive
Iglesias-linares 2012- a	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Iglesias-linares 2012- b	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Iglesias-linares 2012- c	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Ioannidou, 2010	Fulltext niet verkrijgbaar
Iseri, 2005	Gaat over distractie osteogenesis, niet relevant, niet duidelijk of consecutive
Janson, 2000	Niet consecutive
Janson, 2007	Geen vaste apparatuur behandeling
Jiang, 2010	Retrospectief, niet consecutive

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
Kaley, 1991	Niet consecutive
Kalha, 2010	Fulltext niet verkrijgbaar
Katsaros, 1993	Geen fulltext verkrijgbaar
Kennedy, 1983	Geen fulltext verkrijgbaar
Kharkar, 2010	Gaat over distractie osteogenesis, niet relevant
Kook, 2003	Geen multivariaat model toegepast
Kumar, 2009	Fulltext niet verkrijgbaar
Langford, 1982	Geen fulltext verkrijgbaar
Lee, 1990	Geen fulltext verkrijgbaar
Lee, 1999	Niet consecutive
Leite, 2012	Niet duidelijk of consecutive
Levander, 1994	Gaat niet primair over risicofactoren
Levander, 1998	Selection bias, weinig patiënten voor 10 jaar tijd
Levander, 1998	Geen multivariaat model toegepast
Linhartova, 2013	Gaat over bepaalde gene als risicofactor
Liou, 2010	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Llamas, 2010	Niet duidelijk of consecutive
Llamas, 2012	Studiepopulatie overlapt met zijn onderzoek uit 2010, die is groter, maar niet consecutive
Makedonas, 2009	Gaat over management en niet over risicofactoren
Makedonas, 2012	Alleen gegkeken naar incidentie, gebaseerd op het onderzoek van Lund (2012), die hebben wij wel geincludeerd
Makedonas, 2013	Geen multivariaat model toegepast
Malmgren, 1982	Geen fulltext verkrijgbaar
Marques, 2010	Niet duidelijk of consecutive
Martins, 2012	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Mavragani, 2000	Niet duidelijk of consecutive
Mavragani, 2002	Gaat over incidentie
Mavragani, 2006	Niet duidelijk of consecutive
Mayoral, 1982	Geen fulltext verkrijgbaar
McFadden, 1989	Niet consecutive
McNab, 1999	Niet consecutive
McNab, 2000	Niet duidelijk of consecutive
Mirabella, 1995-a	Zelfde studiepopulatie dan mirabella, 1995-b. Mirabella-b heeft een regressieanalyse gebruikt, daarom alleen Mirabella-b geincludeerd
Mohandesan, 2007	Niet duidelijk hoe de patienten geselecteerd zijn, onduidelijk of consecutive
Motokawa, 2012	Niet duidelijk of consecutive
Ngan, 2004	Fulltext niet verkrijgbaar
Nigul, 2006	Niet duidelijk of consecutive
Nishioka, 2006	Niet duidelijk of consecutive
Odenrick, 1985	Geen fulltext verkrijgbaar
Odenrick, 1991	Niet consecutive, case series

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
Ousehal, 2012	Fulltext niet verkrijgbaar
Pandis, 2008	Niet duidelijk of consecutive
Parker, 1997	Niet consecutive
Parker, 1998	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Pereira, 2014	Niet consecutive
Perona, 1996	Geen fulltext verkrijgbaar
Phillips, 1955	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Preoteasa, 2009	Niet duidelijk of consecutive
Rakhshan, 2012	Fulltext niet verkrijgbaar
Ramanathan, 2009	Niet duidelijk of consecutive
Ramos, 2011	Gaat over Serumtesting
Reukers, 1998	Niet relevant om dat geen edgewise apparatuur meer wordt gebruikt
Reukers, 1998	Gaat niet over risicofactoren
Ridell, 1977	Geen fulltext verkrijgbaar
Sameshima, 2001-a	Geen multivariaat model toegepast
Sameshima, 2001-b	Geen multivariaat model toegepast
Sameshima, 2004	Selection bias
Scott, 2008	Te specifiek, niet relevant
Shoreibah, 2012-a	Fulltext niet verkrijgbaar
Shoreibah, 2012-b	Fulltext niet verkrijgbaar
Smale, 2005	Studiegroep is geïncludeerd in Artun (2009)
Spurrier, 1990	Niet consecutive
Sugawara, 2002	Fulltext niet verkrijgbaar
Sunku, 2011	Fulltext niet verkrijgbaar
Taithongchai, 1996	Niet consecutive
Taner, 1999	Retrospectief, niet op een volgende patientenselectie (consecutive)
Thomas, 2012	Fulltext niet verkrijgbaar
Thongudomporn, 1998	Geen fulltext verkrijgbaar
Van Loenen, 2007	Niet duidelijk hoe de patienten geselecteerd zijn, onduidelijk of consecutive
Van parys, 2012	Retrospectieve cohortstudie, niet consecutive
Verlinden, 2011	Gaat over distractie osteogenesis, niet relevant
Wu, 2013	Gaat over genetisch onderzoek. Omdat dit nog niet in de reguliere orthodontie van toepassing is hebben we deze geëxcludeerd.
Zhang, 2010	Niet duidelijk of consecutive

03 Behandelstrategie

UITGANGSVRAAG

Wat is de ideale behandelstrategie nadat wortelresorptie is vastgesteld?

INLEIDING

Iedere orthodontist houdt rekening met het mogelijk optreden van wortelresorptie tijdens de orthodontische behandeling, vooral bij behandeling met vaste apparatuur. Daarom wordt in de literatuur geadviseerd na een periode van 6 tot 12 maanden na het plaatsen van de vaste apparatuur een röntgenfoto te maken om te beoordelen of er een meer dan gemiddelde mate van wortelresorptie is opgetreden (Årtun, 2009). Indien tijdens de behandeling wortelresorptie wordt geconstateerd dient de vraag zich aan wat de vervolgstap(pen) moet(en) zijn.

Wanneer eenmaal resorptie is opgetreden, is het risico op verdergaan van het proces groot (Årtun, 2005). De behandelaar kan dan in overleg met de patiënt besluiten om de behandeling te beëindigen of naar een compromis toe te werken. In de literatuur wordt ook wel geadviseerd om de apparatuur voor een periode van drie maanden niet te activeren zodat de worteloppervlakken zich kunnen herstellen door afzetting van cement. Daarna zou de behandeling weer voortgezet kunnen worden (Levander, 1994).

Er bestaat binnen de beroepsgroep een grote mate van onzekerheid wat de beste handelwijze is bij constatering van externe wortelresorptie tijdens de orthodontische behandeling. Dit heeft geleid tot het uitwerken van deze uitgangsvraag.

ZOEKEN EN SELECTEREN

Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden is er een systematische literatuursearch verricht naar de volgende zoekvraag:

Wat zijn de gunstige en ongunstige effecten van ingrijpen in de lopende behandeling om de voortgang van wortelresorptie te stoppen ten opzichte van voortzetting van het oorspronkelijke behandelplan?

P: patiënten met wortelresorptie tijdens en ten gevolge van de orthodontische behandeling;

I: behandeling erop gericht om de voortgang van wortelresorptie te stoppen;

C: voortzetting van het oorspronkelijke behandelplan;

O: voortgang wortelresorptie.

Relevante uitkomstmaten

De werkgroep achtte de voortgang van apicale wortelresorptie tijdens een orthodontische behandeling een voor de besluitvorming kritieke uitkomstmaat.

De werkgroep definieerde niet a priori de genoemde uitkomstmaten, maar hanteerde de in de studies gebruikte definities.

De werkgroep hanteerde de afkapwaarden van ≥ 2 mm als grens voor klinisch relevante wortelresorptie.

Zoeken en selecteren (Methode)

In de databases Medline (OVID) en Embase (Elsevier) is met relevante zoektermen gezocht naar artikelen over de incidentie en prevalentie van wortelresorptie als gevolg van een orthodontische behandeling. De zoekverantwoording is weergegeven in de bijlage. De literatuurzoekactie leverde 794 treffers op. Studies werden geselecteerd op grond van de volgende selectiecriteria:

- SR, RCT, vergelijkende observationele studies (cohort studies, case-control);
- inclusie patiënten met wortelresorptie.

Studies werden geëxcludeerd in het geval van/bij inclusie van patiënten met:

- schisis en craniofaciale afwijkingen;
- trauma gerelateerde orthodontische behandelingen;
- cervicale wortelresorptie;
- ectopische eruptie;
- interne wortelresorptie;
- wortelbeschadiging ten gevolge van plaatsen van een miniscrew of ten gevolge van een chirurgische ingreep;
- autotransplantatie;
- follow-up <6 maanden;
- medicatie die het botmetabolisme beïnvloedt;
- in vitro onderzoek.

Op basis van titel en abstract werden in eerste instantie vijf studies voorgeselecteerd. Na raadpleging van de volledige tekst werden vervolgens vier studies geëxcludeerd (zie exclusietabel) en één studie definitief geselecteerd.

De belangrijkste studiekarakteristieken en resultaten van de geïncludeerde studie (Ahangari, 2015) zijn opgenomen in de evidence-tabel.

SAMENVATTING LITERATUUR

Beschrijving studies Er is één systematische review gevonden dat dit onderwerp beschrijft (Ahangari, 2015). Dit systematische review toont echter geen resultaten die onze vraag kunnen beantwoorden. Er is geen literatuur waarin de effectiviteit van bestaande behandelopties na het constateren van apicale externe wortelresorptie is beschreven.

CONCLUSIES

Er is geen conclusie mogelijk aangezien er geen literatuur is gevonden waarin de effectiviteit van een behandeling die gericht is op het stoppen van wortelresorptie is beschreven.

OVERWEGINGEN

Er is voor deze uitgangsvraag geen vergelijkende literatuur gevonden die antwoord op deze uitgangsvraag geeft. Op basis van consensus komt de werkgroep echter wel tot het volgende overwegingen.

De werkgroep acht het belangrijk dat de behandelaar bij constatering van apicale wortelresorptie (≥ 2 mm) de risico's van de wortelresorptie met de patiënt bespreekt en eventueel de behandeldoelen en het behandelplan herziet. Hierbij dienen de volgende aspecten overwogen te worden:

- 1) De risico's van voortzetting van de lopende behandeling moeten worden afgezet tegen de risico's van staken van de behandeling, met in achtneming van de bereikte tandstand en occlusie/articulatie. Hierbij moet worden beoordeeld of er risico's bestaan voor de aangedane elementen als de behandeling wordt beëindigd. Hierbij dienen occlusale overbelasting en beetdiepte in aanmerking genomen te worden. Het lijkt verstandig om ervoor te zorgen dat de aangedane elementen niet worden overbelast bij occlusie en articulatie (bijvoorbeeld bij een diepe beet) om overmatige mobiliteit te voorkomen.
- 2) Beoordeel de nog benodigde verplaatsing van de aangedane elementen. Grote apicale verplaatsingen moeten zoveel mogelijk vermeden worden.
- 3) In het geval van ernstige generaliseerde wortelresorptie (≥ 4 mm wortellengteverlies) is onmiddellijke beëindiging van de behandeling aan te bevelen, aangezien Copeland (1986) liet zien dat het proces van wortelresorptie stopt bij het beëindigen van de actieve behandeling, en Artun (2009) laat zien dat de mate van wortelresorptie op 6 en 12 maanden gerelateerd is aan de mate van wortelresorptie aan het eind van de behandeling. In het geval van ernstige lokale wortelresorptie kan overwogen worden om de gebitselementen, waaraan wortelresorptie is opgetreden, buiten de actieve beugel te laten, zodat deze elementen niet meer verplaatsen terwijl elders in de dentitie nog wel correcties mogelijk zijn.

Indien wordt besloten om de behandeling voort te zetten bestaat er onder behandelaars consensus om in geval van ernstige wortelresorptie de actieve behandeling tenminste 3 maanden te onderbreken en daarna onder condities voort te zetten. Het onderzoek van Levander (1994), dat werd uitgesloten in de systematische review van Ahangari (2015) in verband met het onvoldoende rapporteren van data en onduidelijke methodologie, laat ook zien dat het onderbreken van de behandeling voor 2 tot 3 maanden tot significant ($P < 0,05$) minder wortelresorptie leidt ($-0,4$ mm, $SD=0,7$) dan direct doorgaan met de behandeling ($-1,5$ mm, $SD=0,8$). Indien er voor een dergelijke interventie wordt gekozen zijn de volgende punten van belang:

- 1) Het is aan te raden de totale behandelingsduur zo kort mogelijk te houden.
- 2) Gedurende de onderbreking van de behandeling is het aan te bevelen om apparatuur volledig passief te maken zodat er geen orthodontische krachten meer werkzaam zijn op de aangedane elementen.
- 3) Indien mogelijk dienen de aangedane gebitselementen niet meer te worden verplaatst terwijl de niet-aangedane elementen wel orthodontisch gecorrigeerd kunnen worden. Dit kan een overweging zijn bij het beleid ten aanzien van diastemen. TAD's kunnen hierbij geïndiceerd zijn als hiermee bewerkstelligd kan worden dat de aangedane elementen niet meer worden belast.
- 4) Indien de behandeling wordt voortgezet kan overwogen worden om 6 maanden na hervatting opnieuw een röntgenfoto te maken van de aangedane elementen om verdergaande wortelresorptie te beoordelen.

AANBEVELINGEN

Bezie na constatering van apicale wortelresorptie (≥ 2 mm) behandeldoelen en behandelplan en bespreek de consequenties, de wensen van de patiënt, en de behandeldoelen met de patiënt.

Overweeg in het geval van ernstige gegeneraliseerde wortelresorptie (≥ 4 mm wortellengteverlies) de behandeling te beëindigen.

Overweeg in het geval van ernstige lokale wortelresorptie (≥ 4 mm wortellengteverlies) om de aangedane elementen niet meer te belasten.

Overweeg, indien de actieve behandeling wordt voortgezet, een onderbreking van 3 maanden alvorens de behandeling wordt voortgezet. Gedurende deze onderbreking dient de apparatuur zodanig passief gemaakt te worden, dat de aangedane elementen niet meer worden belast.

Probeer, indien de behandeling wordt voortgezet, verplaatsing van de aangedane elementen zoveel mogelijk te beperken.

Overweeg, indien de actieve behandeling wordt voortgezet, 6 maanden na de restart een röntgenfoto van de aangedane elementen te maken.

LITERATUUR

- Ahangari Z, Nasser M, Mahdian M, et al. Interventions for the management of external root resorption. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;24;(11):CD008003. doi: 10.1002/14651858.CD008003.pub3. Review. PubMed PMID: 26599212.
- Artun J, Smale I, Behbehani F, et al. Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Angle Orthod.* 2005;75(6):919-26. PubMed PMID: 16448232.
- Artun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, et al. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(4):448-55. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.06.012. PubMed PMID: 19361730.
- Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod.* 1994;16(3):223-8. PubMed PMID: 8062862.

BIJLAGEN BIJ HOOFDSTUK 3
Evidencetabel

	Study Reference	Aim	Study Characteristics	Patient characteristics	Intervention	Comparison / control	Follow-up	Outcome measures and effect size	Comments
16	<p>Ahangari et al.</p> <p>Year: 2015</p> <p>Country: Iran, UK, USA</p> <p>Search: 14-10-2015</p> <p>Database: Cochrane Oral Health Group Trials Register, Cochrane central register of controlled trials, Medline via OVID, Embase via OVID, US National Institutes of Health Trials Register, WHO Clinical Trials Registry Platform</p> <p>Registration: unclear</p>	To evaluate the effectiveness of any interventions that can be used in the management of external root resorption in permanent teeth.	<p>Systematic review of randomized trials</p> <p>2 review authors for screening independently</p>	<p>Inclusion criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Randomized controlled trials of permanent teeth with any type of external root resorption - clinical and radiological examination - comparing one type of intervention with another/placebo/ no treatment <p>Exclusion criteria:</p> <p>Syndromes, pathologies, general diseases, case reports, case series</p>				<p>1) Change in the amount of root resorption visible on radiological examination</p> <p>2) The number of teeth extracted at any follow-up period</p> <p>Acute symptoms:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Pain/discomfort: patient-assessed using any recognized validated pain scale 2) Tooth mobility 3) Infection (abscess, inflammation, fistulae) <p>Secondary outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) number of visits 2) any self-assessed quality of life or patient satisfaction outcome evaluated with a validated questionnaire 	<p>No randomized controlled trials were identified</p> <p>1 ongoing study: NCT00423956</p> <p>There is no evidence for the effectiveness of available treatment</p>

ZOEKVERANTWOORDING

Database	Zoektermen	Totaal
Medline (OVID)	1 *Tooth Resorption/ (518) 2 ((tooth root or dental root) adj2 resorption).ab,ti. (49) 3 1 or 2 (564) 4 limit 3 to (dutch or english) (427) 5 exp Orthodontics/ or orthodont*.ab,ti. (55172) 6 3 and 5 (58) 7 exp "Root Resorption"/ (2989) 8 2 or 7 (3006) 9 5 and 8 (1010) 10 limit 9 to (dutch or english) (887) 11 10 not (Comment/ or Editorial/ or Letter/ or (animals/ not humans/)) (687) = 687	794
Embase	'tooth root'/exp OR 'tooth root' AND resorption*:ab,ti OR (('tooth root' OR 'dental root') NEAR/2 resorption):ab,ti AND ((dutch)/lim OR (english)/lim) AND ('orthodontics'/exp OR orthodont*:ab,ti) NOT ('animal experiment'/exp OR 'animal experiment' OR 'animal model'/exp OR 'animal model' OR 'nonhuman'/exp OR 'nonhuman' NOT ('human'/exp OR 'human')) NOT 'conference abstract':it = 301	

EXCLUSIETABEL

Tabel Exclusie na het lezen van het volledige artikel

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
El-Bialy, 2004	Buccale en palatinale oppervlakte wortelresorptie, follow-up 4 weken, SEM na extractie van premolaren
Langford, 1982	Buccale oppervlakte wortelresorptie
Levander, 1994	Geëxcludeerd door Ahangari, 2015
Weltman, 2010	Alleen Levander, 1994 relevant, deze door ons geëxcludeerd

04 Nadelige consequenties

UITGANGSVRAAG

Hoe moet de patiënt met wortelresorptie opgevolgd worden?

INLEIDING

Tijdens de orthodontische behandeling treedt er apicale wortelresorptie op. De mate van wortelresorptie kan sterk variëren, van lichte wortelresorptie die niet of nauwelijks is waar te nemen tot klinisch relevante of zelfs ernstige wortelresorptie.

In de literatuur wordt vermeld dat de voortgang van wortelresorptie na het beëindigen van de actieve behandeling stopt (Copeland, 1986). Echter, ernstig geresorbeerde wortels kunnen leiden tot een verhoogde mobiliteit van de aangedane gebitselementen (Jönsson, 2007) en mogelijk zelfs tot verlies van het element. Ook wordt vermeld dat een verkorte wortel een slechtere prognose heeft als er tegelijkertijd ook sprake is van alveolair botverlies (Roscoe, 2015), veroorzaakt door bijvoorbeeld een parodontale aandoening.

Het is dus belangrijk om te achterhalen wat de prognose van een element is, als er wortelresorptie heeft opgetreden. Hierbij is de vraag aan de orde of verschillende stadia van wortelresorptie ook een verschillende nazorg nodig hebben, om een vervroegd verlies van het aangedane element te voorkomen.

ZOEKEN EN SELECTEREN

Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden is er een systematische literatuursearch verricht naar de volgende zoekvraag:

Wat zijn de nadelige consequenties van wortelresorptie?

Relevante uitkomstmaten

- voortgang van wortelresorptie;
- lange termijn effecten (mobiliteit, vitaliteit);
- prognose van het element;
- Pijn/ongemak en kosten van nazorgtraject voor de patiënt.

De werkgroep achtte de voortgang van apicale wortelresorptie tijdens een orthodontische behandeling een voor de besluitvorming kritieke uitkomstmaat en de lange termijn effecten (mobiliteit, vitaliteit), prognose van het element en pijn/ongemak en kosten van nazorgtraject voor de patiënt voor de besluitvorming belangrijke uitkomstmaten.

De werkgroep definieerde niet a priori de genoemde uitkomstmaten, maar hanteerde de in de studies gebruikte definities.

De werkgroep hanteerde de afkapwaarden van ≥ 2 mm als grens voor klinisch relevante wortelresorptie.

Zoeken en selecteren (Methode)

In de databases Medline (OVID) en Embase (Elsevier) is met relevante zoektermen gezocht naar artikelen over de incidentie en prevalentie van wortelresorptie als gevolg van een orthodontische behandeling. De zoekverantwoording is weergegeven in de bijlage. De literatuurzoekactie leverde 794 treffers op. Studies werden geselecteerd op grond van de volgende selectiecriteria:

- SR, RCT, observationele studies (cohort studies, case-control);
- inclusie patiënten met wortelresorptie, actieve behandeling afgesloten, retentiefase.

Studies werden geëxcludeerd in het geval van/inclusie van patiënten met:

- schisis en craniofaciale afwijkingen;
- trauma gerelateerde orthodontische behandelingen;
- cervicale wortelresorptie;
- ectopische eruptie;
- interne wortelresorptie;
- wortelbeschadiging ten gevolge van plaatsen van een miniscrew of ten gevolge van een chirurgische ingreep;
- autotransplantatie;
- follow-up <6 maanden;
- medicatie die het botmetabolisme beïnvloedt;
- in vitro onderzoek.

Op basis van titel en abstract werden in eerste instantie negen studies voorgeselecteerd. Na raadpleging van de volledige tekst, werden vervolgens zeven studies geëxcludeerd (zie exclusietabel) en twee studies definitief geselecteerd.

Het betreft een systematische review en een studie met een observationele studieopzet. De belangrijkste studiekenmerken en resultaten zijn opgenomen in de evidence-tabellen. De beoordeling van de individuele studieopzet (risk of bias) van de observationele studie is opgenomen in de risk of bias tabel.

SAMENVATTING LITERATUUR

Beschrijving studies

Voor deze uitgangsvraag is het systematische review van Ahangari (2015) geïnccludeerd. In dit systematische review zijn echter geen resultaten gegeven die onze uitgangsvraag kunnen beantwoorden.

Verder is het onderzoek van Copeland (1986) geïnccludeerd. Copeland voerde een retrospectief onderzoek in de Verenigde Staten uit. De studie omvat 45 patiënten, die met vaste apparatuur zijn behandeld en apicale wortelresorptie aan de centrale bovenincisieven vertonen van meer dan 1 mm na de actieve behandeling. De follow-up tijd was gemiddeld 2 jaar en 4 maanden na beëindiging van de vaste apparatuur behandeling. Aan de hand van een laterale röntgenschedelprofielfoto werd de voortgang van wortelresorptie na het beëindigen van de actieve behandeling beoordeeld.

Resultaten

1) Voortgang van wortelresorptie

Deze uitkomstmaat is door een studie beschreven: Copeland (1986).

Copeland (1986) rapporteert dat de hoeveelheid toename van apicale wortelresorptie na het beëindigen van de actieve orthodontische behandeling gemiddeld 0,1 mm is (range -0,4 mm tot 0,95 mm, SD= 0,3 mm). Dit is een significant kleinere toename in wortelresorptie dan tijdens de behandeling (2,93 mm, range 1,1 tot 7,35 mm, SD=1,45 mm, P< 0,005) en deze toename is klinisch niet relevant.

2) Lange termijn effecten (mobiliteit, vitaliteit)

Copeland (1986) heeft geen data over de lange termijn effecten gerapporteerd.

3) Prognose van het element

Copeland (1986) heeft geen data over de prognose van het element gerapporteerd.

4) Pijn/ongemak en kosten van nazorgtraject voor de patiënt

Copeland (1986) heeft geen data over deze uitkomstmaat gerapporteerd.

Bewijskracht van de literatuur

Voortgang van wortelresorptie

Wegens het beschrijvende karakter van deze uitgangsvraag is er gekozen om de bewijskracht van de literatuur niet te graderen.

CONCLUSIES

Voortgang van wortelresorptie

GRADE -	Er zijn aanwijzingen dat na het beëindigen van de actieve orthodontische behandeling de voortgang van apicale wortelresorptie stopt Bronnen (Copeland, 1986)
GRADE -	Vanwege het ontbreken van gegevens is het niet mogelijk om een conclusie te trekken over de consequenties van wortelresorptie met betrekking tot de uitkomstmaten lange termijn effecten (mobiliteit, vitaliteit), prognose van het element, en pijn/ongemak en kosten van nazorgtraject voor de patiënt.

OVERWEGINGEN

Uit de gevonden literatuur blijkt dat er aanwijzingen zijn dat na het beëindigen van de actieve orthodontische behandeling de voortgang van apicale wortelresorptie stopt (Copeland, 1986). Verder zijn er geen conclusies te trekken over lange termijn effecten van apicale wortelresorptie, over de prognose van gebitselementen met apicale wortelresorptie, over pijn/ongemak voor de patiënt en over de kosten van het eventuele nazorgtraject voor de patiënt.

Wel zijn er onderzoeken beschreven waarbij patiënten met wortelresorptie langere tijd zijn gevolgd (Jönsson, 2007; Levander, 2000; Remington, 1989). In het totaal zijn hierbij 156 patiënten 5 tot 25 jaar gevolgd na het beëindigen van de orthodontische behandeling. Uit deze onderzoeken blijkt dat elementen een verhoogde mobiliteit kunnen vertonen bij een wortellengte van <10 mm en dat deze mobiliteit toe kan nemen met de tijd (Jönsson, 2007). De individuele variatie is hierbij erg groot. Er zijn in deze onderzoeken geen elementen verloren gegaan als gevolg van de wortelresorptie. Roscoe, 2015 beschrijft dat elementen met apicale wortelresorptie eerder verloren kunnen gaan bij parodontale botafbraak (parodontitis). Kalkwarf, 1986 beschrijft dat 3 mm wortelresorptie vergelijkbaar is met 1 mm alveolair botverlies.

In de overdracht naar de tandarts aan het eind van de follow-up periode bij de orthodontist is een aantal zaken van belang. Bij klinisch relevante wortelresorptie (vanaf ≥ 2 mm) moet de tandarts geïnformeerd worden welk element is aangedaan zodat de tandarts tijdens de periodieke controle met een DPSI-screening het parodontium rondom het aangedane element zorgvuldig kan controleren. Ook zou de tandarts bij deze elementen extra kunnen letten op "jiggling" van elementen, omdat dit de kans op (apicale) wortelresorptie verhoogt, doordat de elementen heen en weer blijven bewegen. Traumatische occlusies en actieve retainers dienen te worden vermeden (Copeland, 1986), zoals wordt onderschreven in de richtlijn retentie (versie 2018). Adviseer daarom de tandarts te blijven controleren of de retentieapparatuur passief is nadat de patiënt uit de follow-up van de orthodontist is ontslagen.

Samenvattend kan bij patiënten met wortelresorptie het retentieprotocol uit de richtlijn retentie gevolgd worden. Aangezien wortelresorptie een complicatie is van de behandeling, is het nodig de patiënt te informeren over de mogelijke consequenties. In de overdracht naar de tandarts is ook informatie over de vervolgstappen gewenst.

AANBEVELINGEN

Vervolg de patiënt volgens uw normale retentie protocol beschreven in de richtlijn retentie.

Zorg aan het eind van de orthodontische behandeling voor goede communicatie met de patiënt over de verwachtingen die er zijn omtrent het aangedane element:

- Resorptie stopt nadat de beugel eruit is.
- Resorptie geeft geen pijn of ongemak (gevoeligheid).
- Het element kan een verhoogde mobiliteit hebben en dit kan toenemen (wortellengte <10mm).
- Bij parodontale botafbraak (parodontitis) kan het element mogelijk sneller verloren gaan.

Zorg aan het eind van de orthodontische behandeling voor goede communicatie met de tandarts.

- Geef aan welke elementen zijn aangedaan;
- Adviseer de tandarts om tijdens de periodieke controles met een DPSI-screening het parodontium rondom het aangedane element zorgvuldig te controleren, en - nadat de retentiecontroles bij de orthodontist zijn beëindigd - te controleren of de retentie passief is.

LITERATUUR

- Ahangari Z, Nasser M, Mahdian M, et al. Interventions for the management of external root resorption. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;24;(11):CD008003. Review. PubMed PMID: 26599212.
- Copeland S, Green LJ. Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1986;89(1):51-5. PubMed PMID: 3455795.
- Jönsson A, Malmgren O, Levander E. Long-term follow-up of tooth mobility in maxillary incisors with orthodontically induced apical root resorption. *Eur J Orthod.* 2007;29(5):482-7. PubMed PMID: 17974537.
- Kalkwarf KL, Krejci RF, Pao YC. Effect of apical root resorption on periodontal support. *J Prosthet Dent.* 1986;56(3):317-9. PubMed PMID: 3462387.
- Levander E, Malmgren O. Long-term follow-up of maxillary incisors with severe apical root resorption. *Eur J Orthod.* 2000;22(1):85-92. PubMed PMID: 10721249.
- Remington DN, Joondeph DR, Artun J, et al. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod. Dentofacial Orthop.* 1989;96(1):43-6. PubMed PMID: 2750719.
- Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(5):610-26. Review. PubMed PMID: 25919107.

BIJLAGEN BIJ HOOFDSTUK 4
Evidencetabel

	Study Reference	Aim	Study Characteristics	Patient characteristics	Intervention	Comparison / control	Follow-up	Outcome measures and effect size	Comments
16	<p>Ahangari et al.</p> <p>Year: 2015</p> <p>Country: Iran, UK, USA</p> <p>Search: 14-10-2015</p> <p>Database: Cochrane Oral Health Group Trials Register, Cochrane central register of controlled trials, Medline via OVID, Embase via OVID, US National Institutes of Health Trials Register, WHO Clinical Trials Registry Platform</p> <p>Registration: unclear</p>	To evaluate the effectiveness of any interventions that can be used in the management of external root resorption in permanent teeth.	<p>Systematic review of randomized trials</p> <p>2 review authors for screening independently</p>	<p>Inclusion criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Randomized controlled trials of permanent teeth with any type of external root resorption - clinical and radiological examination - comparing one type of intervention with another/placebo/ no treatment <p>Exclusion criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> Syndromes, pathologies, general diseases, case reports, case series 				<p>1) Change in the amount of root resorption visible on radiological examination</p> <p>2) The number of teeth extracted at any follow-up period</p> <p>Acute symptoms:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Pain/discomfort: patient-assessed using any recognized validated pain scale 2) Tooth mobility 3) Infection (abscess, inflammation, fistulae) <p>Secondary outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) number of visits 2) any self-assessed quality of life or patient satisfaction outcome evaluated with a validated questionnaire 	<p>No randomized controlled trials were identified</p> <p>1 ongoing study: NCT00423956</p> <p>There is no evidence for the effectiveness of available treatments</p>

Study	Study characteristics	Patients characteristics ²	Intervention	Comparison/control ³	Follow up	Outcome measures and effect size ⁴	Comments
Copeland, 1986	<p>Type of study: Retrospective</p> <p>Setting: State of University of New York at Buffalo, department of orthodontics</p> <p>Country: USA</p> <p>Source of funding: unclear</p>	<p>Inclusion criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EARR > 1 mm - Clear examination on lateral cephalometric radiogram <p>Exclusion criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> - root resorption before treatment - immature teeth before treatment <p>N= 45 (13 M, 31 F) Age= 13.1 y. (range 10.3;23.5)</p>	Active treatment (edge-wise appliance) resorption	Posttreatment resorption	<p><i>Duration of active treatment:</i> 1.4-4.11 years</p> <p><i>Follow-up:</i> 2 y. 4 m. (Range: 9 m. ; 6y. 2 m.)</p>	<p>Mean Active treatment resorption: 2.93 mm (range 1.1 mm ; 7.35, SD=1.45)</p> <p>Mean Posttreatment resorption: 0.1 mm (-0.4 mm ; 0.95 mm, SD= 0.3 mm)</p> <p>Student's t test for difference: 12.8 (p< 0.005)</p>	<p>Aim: To determine if apical root resorption associated with orthodontic treatment continues after the termination of active treatment</p> <p>Conclusion: Termination of active treatment will essentially stop further apical root resorption</p> <p>(Amount of active-treatment root resorption and posttreatment resorption are not correlated)</p>

Notes:

1. Prognostic balance between treatment groups is usually guaranteed in randomized studies, but non-randomized (observational) studies require matching of patients between treatment groups (case-control studies) or multivariate adjustment for prognostic factors (confounders) (cohort studies); the evidence table should contain sufficient details on these procedures.
2. Provide data per treatment group on the most important prognostic factors ((potential) confounders).
3. For case-control studies, provide sufficient detail on the procedure used to match cases and controls.
4. For cohort studies, provide sufficient detail on the (multivariate) analyses used to adjust for (potential) confounders.

Risk of bias tabel for intervention studies (observational: non-randomized clinical trials, cohort and case-control studies)

Study reference (first author, publication year)	Bias due to a non-representative or ill-defined sample of patients? ¹	Bias due to insufficiently long, or incomplete follow-up, or differences in follow-up between treatment groups? ²	Bias due to ill-defined or inadequately measured outcome? ³	Bias due to inadequate adjustment for all important prognostic factors? ⁴
Copeland, 1986	unlikely	Likely (wide range)	Unlikely	unlikely

1. Failure to develop and apply appropriate eligibility criteria: a) case-control study: under- or over-matching in case-control studies; b) cohort study: selection of exposed and unexposed from different populations.

2. Bias is likely if: the percentage of patients lost to follow-up is large; or differs between treatment groups; or the reasons for loss to follow-up differ between treatment groups; or length of follow-up differs between treatment groups or is too short. The risk of bias is unclear if: the number of patients lost to follow-up; or the reasons why, are not reported.

3. Flawed measurement, or differences in measurement of outcome in treatment and control group; bias may also result from a lack of blinding of those assessing outcomes (detection or information bias). If a study has hard (objective) outcome measures, like death, blinding of outcome assessment is not necessary. If a study has soft (subjective) outcome measures, like the assessment of an X-ray, blinding of outcome assessment is necessary.

4. Failure to adequately measure all known prognostic factors and/or failure to adequately adjust for these factors in multivariate statistical analysis.

ZOEKVERANTWOORDING

Database	Zoektermen	Totaal
Medline (OVID)	1 *Tooth Resorption/ (518) 2 ((tooth root or dental root) adj2 resorption).ab,ti. (49) 3 1 or 2 (564) 4 limit 3 to (dutch or english) (427) 5 exp Orthodontics/ or orthodont*.ab,ti. (55172) 6 3 and 5 (58) 7 exp "Root Resorption"/ (2989) 8 2 or 7 (3006) 9 5 and 8 (1010) 10 limit 9 to (dutch or english) (887) 11 10 not (Comment/ or Editorial/ or Letter/ or (animals/ not humans/)) (687) = 687	794
Embase	'tooth root'/exp OR 'tooth root' AND resorption*:ab,ti OR (('tooth root' OR 'dental root') NEAR/2 resorption):ab,ti AND ((dutch)/lim OR (english)/lim) AND ('orthodontics'/exp OR orthodont*:ab,ti) NOT ('animal experiment'/exp OR 'animal experiment' OR 'animal model'/exp OR 'animal model' OR 'nonhuman'/exp OR 'nonhuman' NOT ('human'/exp OR 'human')) NOT 'conference abstract':it = 301	

EXCLUSIETABEL

Tabel Exclusie na het lezen van het volledige artikel

Auteur en jaartal	Redenen van exclusie
Diedrich, 1996	Geen ernstige wortelresorptie aan het eind van behandeling
Freitas, 2013	Convenience sample, selectie bias op basis van T1
Jönsson, 2007	Convenience sample
Kennedy, 1983	Onderzocht wordt alleen 10 jaar na de behandeling. Geen vergelijk mogelijk omdat situatie meteen na de behandeling niet vastgelegd is.
Levander, 2000	Convenience sample
Remington, 1989	Convenience sample
Sharpe, 1987	Geen ernstige wortelresorptie aan het eind van de behandeling, de selectie is gebaseerd op crowding en relaps en niet op basis van EARR

05 Implementatieplan

INLEIDING

Dit implementatieplan is opgesteld ter bevordering van de implementatie van de Richtlijn Wortelresorptie in de Orthodontie. Voor het opstellen van dit plan is een inventarisatie gedaan van de mogelijk bevorderende en belemmerende factoren voor het naleven van de aanbevelingen. Daarbij heeft de richtlijncommissie een advies uitgebracht over het tijdsplan voor implementatie, de daarvoor benodigde randvoorwaarden en de acties die door verschillende partijen ondernomen dienen te worden.

WERKWIJZE

De werkgroep heeft per aanbeveling geïnventariseerd:

- per wanneer de aanbeveling overal geïmplementeerd moet kunnen zijn;
- de verwachte impact van implementatie van de aanbeveling op de zorgkosten;
- randvoorwaarden om de aanbeveling te kunnen implementeren;
- mogelijk barrières om de aanbeveling te kunnen implementeren;
- mogelijke acties om de implementatie van de aanbeveling te bevorderen;
- verantwoordelijke partij voor de te ondernemen acties.

Voor iedere aanbeveling is nagedacht over de hierboven genoemde punten. Echter niet voor iedere aanbeveling kon ieder punt sluitend worden beantwoord. Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen sterk geformuleerde aanbevelingen en zwak geformuleerde aanbevelingen. In het eerste geval doet de richtlijnwerkgroep een duidelijke uitspraak over iets dat zeker wel of zeker niet gedaan moet worden. In het tweede geval wordt de aanbeveling minder zeker gesteld (bijvoorbeeld: Overweeg om ...) en wordt dus meer ruimte gelaten voor alternatieve opties.

Het implementatiehoofdstuk geeft een kort overzicht van de wijze waarop barrières geïnventariseerd zijn.

IMPLEMENTATIETERMIJNEN

Voor sterk geformuleerde aanbevelingen geldt dat zij zo spoedig mogelijk geïmplementeerd dienen te worden. Voor de meeste sterk geformuleerde aanbevelingen betekent dat dat zij komend jaar direct geïmplementeerd moeten worden en dat per september 2019 dus iedereen aan deze aanbevelingen dient te voldoen. Deze aanbevelingen zijn:

Informeert de patiënt voorafgaand aan de orthodontische behandeling over het risico op wortelresorptie.

Informeert de patiënt bij wie extractietherapie wordt toegepast over het mogelijke verhoogde risico op het ontwikkelen van ernstigere wortelresorptie.

Bezie na constatering van apicale wortelresorptie (≥ 2 mm) behandeldoelen en behandelplan en bespreek de consequenties, de wensen van de patiënt, en de behandeldoelen met de patiënt.

Probeer, indien de behandeling wordt voortgezet, verplaatsing van de aangedane elementen zoveel mogelijk te beperken.

Vervolg de patiënt volgens uw normale retentieprotocol beschreven in de richtlijn retentie.

Zorg aan het eind van de orthodontische behandeling voor goede communicatie met de patiënt over de verwachtingen die er zijn omtrent het aangedane element:

- Resorptie stopt nadat de beugel eruit is.
 - Resorptie geeft geen pijn of ongemak (gevoeligheid).
 - Het element kan een verhoogde mobiliteit hebben en dit kan toenemen (wortellengte <10mm).
- Bij parodontale botafbraak (parodontitis) kan het element mogelijk sneller verloren gaan.

Zorg aan het eind van de orthodontische behandeling voor goede communicatie met de tandarts.

- Geef aan welke elementen zijn aangedaan.
- Adviseer de tandarts om tijdens de periodieke controles met een DPSI-screening het parodontium rondom het aangedane element zorgvuldig te controleren, en - nadat de retentiecontroles bij de orthodontist zijn beëindigd - te controleren of de retentie passief is.

IMPACT OP ZORGKOSTEN

Veel aanbevelingen brengen geen of nauwelijks gevolgen met zich mee voor de zorgkosten. Een aantal aanbevelingen doet dit echter wel. In onderstaande tabel wordt beschreven welke aanbevelingen een mogelijk effect met zich meebrengen op de zorgkosten en welk effect dit is.

Aanbeveling	Verwachte impact op zorgkosten
Overweeg bij patiënten bij wie een extractietherapie wordt toegepast om na 12 maanden een orthopantomogram te maken en vergelijk deze met een eventueel aanwezig orthopantomogram gemaakt voorafgaand aan de behandeling.	Er wordt al vaak een orthopantomogram gemaakt. Indien dit niet het geval is en er wordt gekozen om een OPT te maken, dan betekent dit een kostenstijging van ongeveer 47 euro per patiënt.
Overweeg aanvullende peri-apicale opnames als de reeds beschikbare röntgenopnamen onvoldoende informatie geven over de wortels van de gebitselementen.	De aanbeveling wordt al vaak gevolgd. Indien niet, dan betekent dit een kostenstijging van ongeveer 15 euro in een beperkt aantal patiënten
Overweeg, indien de actieve behandeling wordt voortgezet, 6 maanden na de restart een röntgenfoto van de aangedane elementen te maken.	Dit betekent een kostenstijging van ongeveer 30 euro bij een zeer klein aantal patiënten
Overweeg in het geval van ernstige gegeneraliseerde wortelresorptie (≥4 mm wortellengteverlies) de behandeling te beëindigen.	Daling van de kosten van de orthodontische behandeling, maar mogelijk wel stijging tandheelkundige kosten
Overweeg, indien de actieve behandeling wordt voortgezet, een onderbreking van 3 maanden alvorens de behandeling wordt voortgezet. Gedurende deze onderbreking dient de apparatuur zodanig passief gemaakt te worden, dat de aangedane elementen niet meer worden belast.	Stijging van de kosten van de orthodontische behandeling door een langere behandelingsduur

TE ONDERNEMEN ACTIES PER PARTIJ

Hieronder wordt per partij toegelicht welke acties zij kunnen ondernemen om de implementatie van de richtlijn te bevorderen.

Alle direct betrokken wetenschappelijk verenigingen/beroepsorganisaties (NVvO)

- Verspreiding van de richtlijn onder de leden.
- Publiciteit voor de richtlijn maken door over de richtlijn te publiceren in tijdschriften en te rapporteren op congressen.

De individuele medisch professionals

- Aanpassen patiëntinformatie.
- Afstemmen en afspraken maken met verwijzers en huistandarts om de toepassing van de aanbevelingen in de praktijk te borgen.

H1 DIAGNOSTISCH TRAJECT

Aanbeveling	ijdsfad voor implementatie: <1 jaar, 1-3 jaar of >3 jaar	Verwacht effect op kosten	Randvoorwaarden voor implementatie (binnen aangegeven tijdsfad)	Mogelijke barrières voor implementatie ¹	Te ondernemen acties voor implementatie ²	Verantwoordelijken voor acties ³	Overige opmerkingen
Overweeg bij patiënten bij wie een extractietherapie wordt toegepast om na 12 maanden een orthopantomogram te maken en vergelijk deze met een eventueel aanwezig orthopantomogram gemaakt voorafgaand aan de behandeling.	<1 jaar	Er wordt al vaak een orthopantomogram gemaakt. Indien dit niet het geval is en er wordt gekozen om een OPT te maken, dan betekent dit een kostenstijging van ongeveer 47 euro per patiënt.	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Geen	Verspreiding richtlijn; Toelichting tijdens de wetenschappelijke vergaderingen van de beroepsvereniging; Invoering richtlijn in de praktijk	Wetenschappelijke vereniging Orthodontist	
Overweeg aanvullende peri-apicale opnames als de reeds beschikbare röntgenopnamen onvoldoende informatie geven over de wortels van de gebitselementen.	< 1 jaar	Aanbeveling wordt al vaak gevolgd. Indien niet, dan betekent dit een kostenstijging van ongeveer 15 euro in een beperkt aantal patiënten	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Het in de praktijk niet aanwezig zijn van röntgenapparatuur om een periapicale opname te maken	Indien röntgenapparatuur om een periapicale opname te maken niet aanwezig is in de praktijk, maken van samenwerkingsafspraken met verwijzers	Orthodontist	

H2 RISICOFACTOREN

Aanbeveling	ijdsfad voor implementatie: <1 jaar, 1-3 jaar of >3 jaar	Verwacht effect op kosten	Randvoorwaarden voor implementatie (binnen aangegeven tijdsfad)	Mogelijke barrières voor implementatie ¹	Te ondernemen acties voor implementatie ²	Verantwoordelijken voor acties ³	Overige opmerkingen
Informeert de patiënt voorafgaand aan de orthodontische behandeling over het risico op wortelresorptie.	<1 jaar	Geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Geen	Verspreiding richtlijn; Toelichting tijdens de wetenschappelijke vergaderingen van de beroepsvereniging; Aanpassen Informed consent;	Wetenschappelijke vereniging Orthodontist Wetenschappelijke vereniging	
Informeert de patiënt bij wie extractietherapie wordt toegepast over het mogelijke verhoogde risico op het ontwikkelen van ernstigere wortelresorptie.	< 1 jaar	Geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Geen	Zie boven	Zie boven	

H3 BEHANDELSTRATEGIE NADAT WORTELRESORPTIE IS VASTGESTELD

Aanbeveling	ijdsfad voor implementatie: <1 jaar, 1-3 jaar of >3 jaar	Verwacht effect op kosten	Randvoorwaarden voor implementatie (binnen aangegeven tijdsfad)	Mogelijke barrières voor implementatie ¹	Te ondernemen acties voor implementatie ²	Verantwoordelijken voor acties ³	Overige opmerkingen
Bezie na constatering van apicale wortelresorptie (≥ 2 mm) behandeldoelen en behandelplan en bespreek de consequenties, de wensen van de patiënt, en de behandeldoelen met de patiënt.	< 1 jaar	geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	geen	Verspreiding richtlijn; Toelichting tijdens de wetenschappelijke vergaderingen van de beroepsvereniging	Wetenschappelijke vereniging Orthodontist Wetenschappelijke vereniging	
Overweeg in het geval van ernstige gegeneraliseerde wortelresorptie (≥ 4 mm wortellengteverlies) de behandeling te beëindigen.	< 1 jaar	Daling van de kosten van de orthodontische behandeling, maar mogelijk wel stijging tandheelkundige kosten	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	geen	Zie boven	Zie boven	
Overweeg in het geval van ernstige lokale wortelresorptie (≥ 4 mm wortellengteverlies) om de aangedane elementen niet meer te belasten.	1 tot 3 jaar	geen	Draagvlak beroepsgroep	geen	Zie boven	Zie boven	
Overweeg, indien de actieve behandeling wordt voortgezet, een onderbreking van 3 maanden alvorens de behandeling wordt voortgezet. Gedurende deze onderbreking dient de apparatuur zodanig passief gemaakt te worden, dat de aangedane elementen niet meer worden belast.	1 tot 3 jaar	Stijging van de kosten van de orthodontische behandeling door een langere behandelingsduur	Draagvlak beroepsgroep	geen	Zie boven	Zie boven	
Probeer, indien de behandeling wordt voortgezet, verplaatsing van de aangedane elementen zoveel mogelijk te beperken.	1 tot 3 jaar	geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	geen	Zie boven	Zie boven	
Overweeg, indien de actieve behandeling wordt voortgezet, 6 maanden na de restart een röntgenfoto van de aangedane elementen te maken.	1 tot 3 jaar	Kostenstijging van ongeveer 30 euro bij een zeer klein aantal patiënten	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Het in de praktijk niet aanwezig zijn van röntgenapparatuur om een periapicale opname te maken	Indien röntgenapparatuur om een periapicale opname te maken niet aanwezig is in de praktijk, maken van samenwerkingsafspraken met verwijzers	Orthodontist	

H4 NADELIGE CONSEQUENTIES VAN WORTELRESORPTIE

Aanbeveling	ijdspad voor implementatie: <1 jaar, 1-3 jaar of >3 jaar	Verwacht effect op kosten	Randvoorwaarden voor implementatie (binnen aangegeven tijdspad)	Mogelijke barrières voor implementatie ¹	Te ondernemen acties voor implementatie ²	Verantwoordelijken voor acties ³	Overige opmerkingen
Vervolg de patiënt volgens uw normale retentie protocol beschreven in de richtlijn retentie.	<1 jaar	Geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Geen	Verspreiding richtlijn; Toelichting tijdens de wetenschappelijke vergaderingen van de beroepsvereniging; Invoering richtlijn in de praktijk	Wetenschappelijke vereniging Orthodontist Wetenschappelijke vereniging	
Zorg aan het eind van de orthodontische behandeling voor goede communicatie met de patiënt over de verwachtingen die er zijn omtrent het aangedane element: <ul style="list-style-type: none"> • Resorptie stopt nadat de beugel eruit is. • Resorptie geeft geen pijn of ongemak (gevoeligheid). • Het element kan een verhoogde mobiliteit hebben en dit kan toenemen (wortellengte <10mm). • Bij parodontale botafbraak (parodontitis) kan het element mogelijk sneller verloren gaan. 	<1 jaar	Geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn	Geen	Zie boven	Zie boven	
Zorg aan het eind van de orthodontische behandeling voor goede communicatie met de tandarts. <ul style="list-style-type: none"> • Geef aan welke elementen zijn aangedaan; • Adviseer de tandarts om tijdens de periodieke controles met een DPSI-screening het parodontium rondom het aangedane element zorgvuldig te controleren, en - nadat de retentiecontroles bij de orthodontische zorgverlener zijn beëindigd - te controleren of de retentie passief is. 	1 tot 3 jaar	Geen	Draagvlak beroepsgroep maar dat zal er wel zijn Draagvlak bij de tandarts om aangedane elementen te blijven controleren	Onvoldoende motivatie of kennis bij de huistandarts	Zie boven Bijscholing tandartsen	Wetenschappelijke vereniging	

1 Barrières kunnen zich bevinden op het niveau van de professional, op het niveau van de organisatie (het ziekenhuis) of op het niveau van het systeem (buiten het ziekenhuis). Denk bijvoorbeeld aan onenigheid in het land m.b.t. de aanbeveling, onvoldoende motivatie of kennis bij de specialist, onvoldoende faciliteiten of personeel, nodige concentratie van zorg, kosten, slechte samenwerking tussen disciplines, nodige taakherschikking, etc.

2 Denk aan acties die noodzakelijk zijn voor implementatie, maar ook acties die mogelijk zijn om de implementatie te bevorderen. Denk bijvoorbeeld aan controleren aanbeveling tijdens kwaliteitsvisitatie, publicatie van de richtlijn, ontwikkelen van implementatietools, informeren van ziekenhuisbestuurders, regelen van goede vergoeding voor een bepaald type behandeling, maken van samenwerkingsafspraken.

3 Wie de verantwoordelijkheden draagt voor implementatie van de aanbevelingen, zal tevens afhankelijk zijn van het niveau waarop zich barrières bevinden. Barrières op het niveau van de professional zullen vaak opgelost moeten worden door de beroepsvereniging. Barrières op het niveau van de organisatie zullen vaak onder verantwoordelijkheid van de ziekenhuisbestuurders vallen.

06 Kennislacunes

INLEIDING

Tijdens de ontwikkeling van de richtlijn 'Resorptie' is systematisch gezocht naar onderzoeksbevindingen die nuttig konden zijn voor het beantwoorden van de uitgangsvragen. Een deel (of een onderdeel) van de uitgangsvragen is met het resultaat van deze zoekacties te beantwoorden, een groot deel echter niet. Door gebruik te maken van de evidence-based methodiek (EBRO) is duidelijk geworden dat er nog kennislacunes bestaan. De werkgroep is van mening dat (vervolg)onderzoek wenselijk is om in de toekomst een duidelijker antwoord te kunnen geven op vragen uit de praktijk. Om deze reden heeft de werkgroep onderstaand een overzicht gemaakt op welke vlakken nader onderzoek gewenst is.

HOOFDSTUK 1:

Genetische diagnostiek

- Kennislacune:
 - o Nog onvoldoende kennis van de genetische achtergrond van wortelresorptie tijdens de orthodontische behandeling
- Onderzoeksvraag:
 - o Welke genen spelen een rol in het ontstaan van wortelresorptie tijdens de orthodontische behandeling?

Biochemische diagnostiek

- Kennislacune:
 - o Onduidelijkheid over welke biochemische markers in de gingivale crevulaire vloeistof mogelijk voorspellend zouden kunnen zijn voor wortelresorptie.
- Onderzoeksvraag:
 - o Welke biomarkers in de crevulaire vloeistof hebben een voorspellende waarde voor apicale wortelresorptie bij patiënten die orthodontisch behandeld worden en in welk stadium van de behandeling dienen deze bepaald te worden?

HOOFDSTUK 2:

Patiënt gerelateerde risicofactoren

- Kennislacune:
 - o Nog onvoldoende kennis over patiëntgerelateerde risicofactoren voor wortelresorptie tijdens orthodontische behandeling.
- Onderzoeksvraag:
 - o Welke patiëntgebonden factoren spelen een rol in het optreden van wortelresorptie tijdens de orthodontische behandeling?

Behandeling gerelateerde risicofactoren

- Kennislacune:
 - o Nog onvoldoende kennis over behandelingsgerelateerde risicofactoren voor wortelresorptie tijdens orthodontische behandeling.
- Onderzoeksvraag:
 - o Welke behandelingsgerelateerde factoren spelen een rol in het optreden van wortelresorptie bij patiënten die orthodontisch behandeld worden?

HOOFDSTUK 3:

Het is niet (voldoende) onderzocht of het onderbreken van de actieve behandeling bij patiënten met wortelresorptie ten gevolge van voorafgaande orthodontische behandeling tot minder voortgang van de wortelresorptie leidt.

HOOFDSTUK 4:

Het is onvoldoende onderzocht wat de negatieve consequenties van wortelresorptie zijn op de lange termijn.

Appendix 1

OVERZICHT BELANGENVERKLARINGEN

Achternaam	Functie	Nevenfuncties	Persoonlijke financiële belangen	Persoonlijke relaties	Reputatie-management	Extern gefinancierd onderzoek	Kennisvalorisatie	Overige belangen	Ondernomen actie?
Beckmann	werkgroeplid	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen	Geen actie
Kuijpers-Jagtman	Emeritus Hoogleraar Orthodontie Radboudumc	Vertrouwenspersoon Wetenschappelijke Integriteit, Radboud Universiteit Nijmegen (betaald) Editor-in-Chief Orthodontics & Craniofacial Research (tot 01-01-2018, betaald) President van NEBEOP (tot 01-09-2017, onbetaald) Voorzitter Global Taskforce Cleft Lip and Palate Research (onbetaald) Lid Richtlijn Advies Commissie (RAC) van het KIMO (onbetaald) Lid Richtlijnontwikkelcommissie behandeling van schisis (onbetaald)	geen	geen	geen	geen	geen	geen	Geen actie
Sondeijker	AIOS Orthodontie, Radboudumc	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen	Geen actie
Kuitert	Hoofd docent orthodontie en opleider aan de afdeling orthodontie ACTA (full time 10/10)	lid Consilium Orthodonticum onbezoldigd lid centraal college tandheelkundige specialismen onbezoldigd lid richtlijncommissie NVvO onbezoldigd Full member NEBEOP onbezoldigd	geen	geen	geen	geen	geen	geen	Geen actie
Westing, van	Orthodontist Onderwijs coördinator aan ACTA voor het Orthodontie-onderwijs tijdens de studie tandheeskunde	lid richtlijncommissie NVvO onbezoldigd	geen	geen	geen	geen	geen	geen	Geen actie
Lamberts	Adviseur Kennisinstituut van de Federatie Medisch specialisten	geen	geen	geen	geen	geen	geen	geen	Geen actie
Persoon	Adviseur Kennisinstituut van de Federatie Medisch specialisten	Gastvrijheidsaanstelling afdeling Revalidatie Academisch Medisch Centrum, Amsterdam, in verband met promotietraject. Project: Physical fitness to improve fitness and combat fatigue in patients with multiple myeloma or lymphoma treated with high dose chemotherapy. April 2018-september 2018: Docent Team Technologie, Fontys Paramedische Hogeschool. Begeleiden van studenten bij afstudeerstages. Max 1 dag in de week, betaald.	geen	geen	geen	Promotieonderzoek is gefinancierd door KWF kankerbestrijding. Geen belangen	geen	geen	Geen actie

Appendix 2

BESCHRIJVING RESULTATEN

HOOFDSTUK 2 RISICOFACTOREN

Pre-interventie patiëntengebonden factoren

Geslacht

Deze factor is in vier studies beschreven: Linge (1991); Mirabella (1995-b); Årtun (2009); Lund (2012).

Uit de alle studies blijkt dat geslacht geen invloed heeft op de ernst van wortelresorptie.

Leeftijd

Deze factor is in vier studies beschreven: Linge (1991); Mirabella (1995-b), Årtun (2009), Lund (2012). In alle vier multivariate modellen worden geen significante effecten gevonden voor leeftijd aan het begin van de behandeling op de ernst van wortelresorptie.

Trauma

Deze factor is in drie studies beschreven: Linge (1991), Mirabella (1995-b); Årtun (2009).

In de regressieanalyse van Linge wordt een relatie gevonden tussen EARRmax van maxillaire incisieven en trauma (0,57 mm). Mirabella en Årtun vinden geen relatie tussen de ernst van wortelresorptie en gebitselementen met een voorafgaand trauma.

Endodontisch behandeld

Deze factor is in een studie beschreven: Mirabella (1995-b).

Uit het multivariaat model van Mirabella-b blijkt dat een endodontische behandeling een preventieve factor is voor de ernst van wortelresorptie. Dit geldt alleen voor de laterale incisieven ($P < 0,05$) en de hoektanden ($P < 0,0001$) in de bovenkaak.

Wortel- en Tandmorfologie

Wortelbreedte

Deze factor is in twee studies beschreven: Mirabella (1995-b); Årtun (2009).

Uit het multivariaat model van Mirabella-b blijkt dat ernstigere wortelresorptie bij laterale bovenincisieven met een smalle apex ($P = 0,05$) optreedt. Uit het multivariaat model van Årtun blijkt daartegen, dat er geen significant verschil is in de ernst van wortelresorptie tussen smalle en normale wortelvormen bij laterale bovenincisieven.

Atypische wortelvorm

Deze factor is in twee studies beschreven: Mirabella (1995-b); Årtun (2009).

Uit het multivariaat model van Mirabella-b blijkt dat ernstigere wortelresorptie optreedt bij centrale bovenincisieven met abnormale wortelvormen ($P < 0,001$), maar niet bij laterale incisieven. Årtun daarentegen vindt in zijn multivariaat model geen relatie tussen de ernst van wortelresorptie en atypische wortelvormen.

Tand-/ wortellengte voor begin behandeling

Deze factor is in drie studies beschreven: Mirabella (1995-b); Årtun (2009); Lund (2012).

Uit het multivariaat model van Mirabella-b blijkt dat wortellengte voor begin behandeling gerelateerd is aan wortelresorptie ($P < 0,0001$). Uit de multivariate analyses van Årtun en Lund blijkt dat de duur van de behandeling niet geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie.

Agenesie

Deze factor is beschreven in Årtun (2009).

Uit de multivariate analyse van Årtun blijkt dat patiënten met agenesieën geen ernstigere wortelresorptie vertonen dan patiënten zonder agenesieën.

Orthodontische behandeling in het verleden

Deze factor is in twee studies beschreven: Mirabella (1995-b); Årtun (2009).

Uit het multivariaat model van Mirabella-b blijkt dat een orthodontische behandeling in het verleden een preventieve factor is voor de ernst van wortelresorptie van de laterale en centrale bovenincisieven ($P < 0,05$). Årtun resulteert dat een orthodontische behandeling in het verleden niet significant geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie.

Lip-/ tongdysfunctie/ habits

Deze factor is beschreven in twee studies: Linge (1991); Mirabella (1995-b).

Uit de stapsgewijze regressieanalyse van Linge blijkt dat een lip-/ tongdysfunctie (onder andere vingerzuigen boven de 7 jaar) gerelateerd is aan de ernst van wortelresorptie (0,49 mm) van maxillaire incisieven. Mirabella vindt daarentegen geen significante associatie van habits (duimzuigen, tongdysfunctie, nagelbijten, parafunctionele habits) met de ernst van wortelresorptie.

Geïmpacteerde hoektanden

Deze factor is beschreven in twee studies: Linge (1991); Mirabella (1995-b).

Uit de stapsgewijze regressieanalyse van Linge blijkt dat het orthodontisch corrigeren van geïmpacteerde bovenhoektanden gerelateerd is aan de ernst van wortelresorptie bovenincisieven (0,69 mm). Mirabella vindt daarentegen geen significante associatie tussen de aanwezigheid van geïmpacteerde hoektanden en de ernst van wortelresorptie.

Overjet

Deze factor is beschreven in twee studies. Linge (1991); Mirabella (1995-b).

Uit multivariate modellen van Linge en Mirabella-b blijkt dat er geen significante correlatie is tussen de ernst van wortelresorptie en de mate van overjet.

Overbite

Deze factor is beschreven in twee studies: Linge (1991); Mirabella (1995-b).

Uit beide multivariate modellen blijkt dat er geen significante correlatie is tussen de ernst van wortelresorptie en de mate van overbite.

PROGNOSTISCHE FACTOREN GERELATEERD AAN DE BEHANDELING:

Duur van (actieve) behandeling

Deze factor is in vier studies beschreven: Linge (1991); Mirabella (1995-b); Årtun (2009); Lund (2012).

Uit de analyses blijkt dat de duur van de actieve behandeling niet gerelateerd is aan de ernst van wortelresorptie. Linge vond dat de duur van behandeling gerelateerd is aan de ernst van wortelresorptie van maxillaire incisieven. Uiteindelijk heeft hij deze factor niet in zijn eindmodel meegenomen.

Duur van het gebruik van rechthoekige draden

Deze factor is in drie studies beschreven: Linge (1991); Mirabella (1995-b); Årtun (2009).

Uit de stapsgewijze regressieanalyse van Linge blijkt dat de mate van wortelresorptie van maxillaire incisieven met de factor 0,05 per maand stijgt bij gebruik van rechthoekige draden ($R^2 = 0,0280$). In de multivariate modellen van Mirabella-b en Årtun worden daarentegen geen associatie gevonden tussen de duur van het gebruik van rechthoekige draden en de mate van wortelresorptie.

Horizontale apicale verplaatsing

Deze factor is in een studie beschreven: Mirabella (1995-b).

Uit het multivariaat model blijkt dat er een significante relatie is tussen horizontale apicale verplaatsing tijdens de beugelbehandeling en de ernst van wortelresorptie ($P < 0,05$) van centrale bovenincisieven.

Verticale apicale verplaatsing

Deze factor is in een studie beschreven: Mirabella (1995-b).

Uit het multivariaat model blijkt dat er geen significante relatie is tussen verticale apicale verplaatsing tijdens de beugelbehandeling en de ernst van wortelresorptie van maxillaire anterieure elementen.

Overjetreductie

Deze factor is beschreven in Linge (1991).

Linge vindt geen significante relatie tussen de mate van overjetreductie en de ernst van wortelresorptie van maxillaire incisieven.

Extractie versus non-extractie

Deze factor is beschreven in Årtun (2009).

De ernst van wortelresorptie is significant geassocieerd met een extractietherapie in de bovenkaak (centrale incisieven: effect 1,70 mm; $P < 0,05$; laterale incisieven: effect 1,97 mm; $P < 0,01$).

Elastieken

Klasse II elastieken: Deze factor is in twee studies beschreven: Linge (1991); Mirabella (1995-b)-.

Uit de stapsgewijze regressieanalyse van Linge blijkt dat de mate van wortelresorptie van maxillaire incisieven met de factor 0.03 per maand stijgt bij gebruik van Klasse II elastieken ($R^2 = 0.0990$). In het multivariaat model van Mirabella-b wordt beschreven dat de duur van het dragen van Klasse II elastieken geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie, maar alleen van de bovenhoektanden ($P < 0,05$).

Anterieure verticale elastieken: deze factor is in twee studies beschreven: Mirabella (1995-b); Årtun (2009).

In het multivariaat model van Mirabella-b wordt beschreven dat de duur van het dragen van anterieure elastieken geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie, maar alleen van de bovenhoektanden ($P < 0,05$). Uit het multivariaat model van Årtun blijkt daarentegen dat het dragen van anterieure elastieken niet significant geassocieerd is met de ernst van wortelresorptie van bovenincisieven.

Draadvolgorde

Deze factor is beschreven in Mandall (2006).

Mandall rapporteert dat er geen significant ($P = 0,58$ mm) verschil is in de ernst van wortelresorptie bij het gebruiken van onder genoemde draadvolgorden:

- Controle: 0.016 NiTi, 0.018x0.025 NiTi, 0.019x0.025 SS; (0,96 mm, SD=1,0).
- Interventie 1: 0.016 NiTi, 0.016 SS, 0.020 SS, 0.019x0.025 SS; (1,39 mm, SD=1,8).
- Interventie 2: 0.016x0.022 CuNiTi, 0.019x0.025 CuNiTi, 0.019x0.025 SS; (1,19 mm, SD=1,5).

Afstand wortel tot de palatinale cortex

Deze factor is beschreven in Mirabella (1995-b).

In het multivariaat model van Mirabella-b wordt beschreven dat er geen significante correlatie is tussen de afstand van de wortel tot de palatinale cortex en de mate van wortelresorptie.

Appendix 3

GRADE-BEOORDELINGSTABEL Hoofdstuk 2 Risicofactoren

Uitkomstmaat	Limitations in study design	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Publication Bias	GRADE level of evidence	References
Pre-interventie patiëntengebonden factoren							
Geslacht	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm), behalve in een studie	0	0	Redelijk	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009; Lund, 2012
Leeftijd	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Redelijk	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009; Lund, 2012
Trauma	0	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009
Endodontisch behandeld	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-2, alleen in een studie beschreven en geen effectmaat	0	Zeer laag	Mirabella, 1995-b
Wortelbreedte	0	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009
Afwijkende wortelvormen	0	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009
Tand-/ wortellengte voor begin behandeling	-1, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Zeer laag	Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009; Lund, 2012
Agenesie	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-1, alleen in een studie beschreven	0	Laag	Årtun, 2009
Orthodontische behandeling in het verleden	0	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009
Lip- / Tongdysfunctie/ habit	-1, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Zeer laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b
Geïmpacteerde hoektanden	-2, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan en deze variabele kwam er alleen uit door de keuze van de auteur om banding time te excluseren	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Zeer laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b

Overjet	-2, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan; Overjet was in het model met banding time van Linge een onafhankelijke voorspeller van wortelresorptie, maar door exclusie van banding time komt ook overjet niet meer in het uiteindelijke model terug.	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Zeer laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b
Overbite	-1, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b
Angle classificatie	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-2, alleen in een studie beschreven en geen effectmaat	0	Zeer laag	Mirabella, 1995-b
Prognostische factoren gerelateerd aan de behandeling							
Duur van (actieve) behandeling	-1, duur van behandeling (banding time) was in het model met banding time van Linge een onafhankelijke voorspeller van wortelresorptie, maar door exclusie van banding time komt deze niet meer in het uiteindelijke model terug.	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995b.; Årtun, 2009; Lund, 2012
Duur van het gebruik van rechthoekige draden	-1, deze variabel kwam er alleen uit door de keuze van de auteur om banding time te excluderen	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995b, Årtun, 2009
Horizontale apicale verplaatsing	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-2, alleen in een studie beschreven en geen effectmaat	0	Zeer laag	Mirabella, 1995-b
Verticale apicale verplaatsing	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-2, alleen in een studie beschreven en geen effectmaat	0	Zeer laag	Mirabella, 1995-b
Overjetreductie	-1, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-1, alleen in een studie beschreven	0	Zeer laag	Linge, 1991
Extractie versus non-extractie	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-1, alleen in een studie beschreven	0	Laag	Årtun 2009
Klasse II elastieken	-2, onduidelijke statistische analyse of weergave hiervan en deze variabel kwam er alleen uit door de keuze van de auteur om banding time te excluderen	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Zeer Laag	Linge, 1991; Mirabella, 1995-b

Anterieure verticale elastieken	0	-1, resultaten spreken elkaar tegen	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	0	0	Laag	Mirabella, 1995-b; Årtun, 2009
Draadvolgorde	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-1, alleen in een studie beschreven	0	Laag	Mandall, 2006
Afstand wortel tot het bot van het palatum	0	0	-1, niet gekeken naar voorspellers van klinisch relevante wortelresorptie (≥ 2 mm)	-2, alleen in een studie beschreven en geen effectmaat	0	Zeer laag	Mirabella, 1995-b



Nederlandse Vereniging van
Orthodontisten

Simon Vestdijkstraat 67
3842 LK Harderwijk

info@orthodontist.nl
www.orthodontist.nl